FONDO PIZZOFALCONE

10 E 18

10. E. 21

BIBLIOTECA PROVINCIALE

Armadio XVI

Palchetto B

Num.° d' ordine 47

N. 47

10 E 21

NAZIONALE
B. Prov.
I
1111
R. BIBLIOTECA
VITT. EM. III
NAPOLI

BP
1
1111

Digitized by Google

BIBLIOTECA

Digitized by Google

607291

L'ART
DE
LEVER LES PLANS,

Appliqué à tout ce qui a rapport à la guerre, à la navigation et à l'architecture civile et rurale;

Ouvrage dans lequel on trouvera la Description et les usages des nouveaux Instrumens et des anciens perfectionnés; des moyens aussi expéditifs que faciles pour parvenir à lever toutes sortes de plans; des vues nouvelles pour la construction des cartes militaires, etc.

Par J. J. VERKAVEN,

Bachelier de l'Université impériale, Professeur d'analyse à l'École militaire spéciale de Cavalerie, à St. Germain-en-Laye.

SECONDE ÉDITION,

REVUE, CORRIGÉE ET AUGMENTÉE.

BIBLIOTECA NAZIONALE NAPOLI BIBLIOTECA M. RIPA

A PARIS,

Chez BARROIS l'aîné, Libraire pour l'Architecture et l'Art militaire, rue de Savoie, N.° 13.

1811.

BIBLIOTECA NAZIONALE VITTORIO EMANUELE III NAPOLI

PRÉFACE.

L'accueil favorable que cet ouvrage a obtenu du public, l'opinion flatteuse qu'ont exprimée sur mon travail des professeurs dont le suffrage est ma plus douce récompense, les additions et les changemens introduits dans ce travail par une expérience de plusieurs années; tels sont les motifs qui m'ont fait entreprendre cette nouvelle édition. La place que j'occupe à l'École de Cavalerie y a aussi contribué, en me mettant à même d'augmenter mes connoissances dans la partie si essentielle dont traite cet ouvrage. Je crois pouvoir le présenter comme complet; j'affirmerois au moins qu'il ne laisse rien à désirer sur aucun des objets avec lesquels les jeunes gens, destinés à être officiers, doivent se familiariser.

« Les progrès des sciences nous conduisent à » de certaines époques où la refonte des élémens » devient nécessaire pour les mettre d'accord avec » le système général des connoissances, et leur » donner la teinte qu'offrent les découvertes ré- » centes auxquelles ils doivent servir d'introduc- » tion (1).

Pénétré de la vérité de cette assertion, j'ai entièrement refondu mon premier travail publié depuis

(1) Lacroix, Élémens d'algèbre, préface, page ix.

sept ans; de sorte que celui qui paroît aujourd'hui forme un ouvrage tout-à-fait neuf, et dégagé de ce que l'ancien pouvoit offrir de défectueux.

De toutes les applications que l'on peut faire des principes de la géométrie, il n'en est pas qui soient d'un usage plus général que celle qui met à portée de représenter sur le papier une étendue plus ou moins considérable de pays ou de terrain, en la réduisant à n'occuper qu'un espace déterminé. C'est l'objet des cartes militaires ou topographiques, ou, en général, de l'art de lever les plans.

Pour qu'un plan soit bien fait, il faut que tous les objets qu'il doit contenir soient semblables à ceux qui existent effectivement sur un terrain, en conservant leur grandeur respective proportionnée à l'échelle du plan.

La carte d'un pays, le plan des fortifications d'une ville, celui d'un poste ou d'un retranchement, le cours d'une rivière, ou seulement d'un ruisseau, la configuration d'un parc, d'un jardin, d'une forêt, etc., enfin le plan d'un édifice civil deviennent souvent une source de projets utiles, et sont, par conséquent, indispensables, les uns au Général en chef, qui détermine par eux les meilleurs moyens à employer pour prendre une position plus favorable au succès de certaines manœuvres, plus propres à assurer le gain d'une bataille; les autres, à l'Ingénieur militaire ou à l'Architecte, pour exécuter, d'après les localités, des ouvrages avantageux à l'État, au public et aux particuliers.

Entre les géomètres qui ont écrit sur l'art de lever les plans, il en est un surtout (1) qui a été accueilli du public avec une faveur bien méritée : de nombreuses éditions ont prouvé, mieux que tous les éloges, la bonté de son ouvrage ; celui-ci, fait pour le remplacer, expose si clairement les principes de l'art, qu'un jeune homme, pourvu qu'il connoisse les élémens d'algèbre, de géométrie et de trigonométrie, peut, sans autre secours, entendre les formules, lever tous les objets d'un plan, et même en figurer les moindres détails.

Cette édition a été revue avec le plus grand soin. On y trouvera, comme dans la précédente, tous les articles d'une utilité reconnue, tels que la description et les usages des instrumens qui ont été inventés ou perfectionnés de nos jours. Tous les calculs y sont rapportés au nouveau système métrique. Quelques articles de l'ancienne édition ont été supprimés ; ce sont ceux qui ne faisoient que ralentir la marche sans éclaircir les moyens, ou que les circonstances rendent complètement inutiles. Enfin, j'ose me flatter que l'ouvrage, tel que je l'offre au public, est mis à la hauteur où se trouve aujourd'hui la science.

Les cartes et les plans doivent être tracés avec une scrupuleuse exactitude ; c'est aussi l'objet que j'ai eu particulièrement en vue, et je crois n'avoir rien omis dans l'indication et l'explication des moyens par lesquels on peut lever quelque

(1) Dupain de Montesson ; j'ai souvent consulté le travail de cet auteur.

plan que ce soit avec la plus grande précision.

Cet ouvrage est divisé en quatre parties. La première explique les observations qu'on doit faire pour établir le canevas d'une carte, le moyen de connoître les distances respectives entre les objets, de quelle manière on détermine l'éloignement de chaque lieu d'un pays à une méridienne et à sa perpendiculaire, et comment il faut dresser les tables de ces distances, qui doivent servir à former le canevas de la carte, ou à situer les points fondamentaux. Les formules qu'il faut employer pour réduire les angles, soit à l'horizon, soit au centre de la station, sont aussi indiquées dans la première partie.

La seconde contient la description et l'usage des divers instrumens dont on se sert pour mesurer les angles sur le terrain. On y trouvera, après la description et l'usage du graphomètre, un moyen de le vérifier. Vient ensuite le cercle à deux lunettes, ou cercle répétiteur qui donne la mesure des angles avec une précision qu'on ne sauroit attendre des autres instrumens. MM. Cassini, Méchain et Legendre, l'employèrent avantageusement, en 1787, dans les observations qu'ils firent alors pour la jonction des Observatoires de Paris et de Greenwich. En dernier lieu, M. Delambre en a fait usage dans la mesure de l'arc du méridien, qui a servi à déterminer le mètre ou l'unité de mesure de longueur, d'où sont dérivées toutes les nouvelles mesures métriques. Cet instrument acquiert chaque jour un nouveau degré de per-

Digitized by Google

fection. M. Lenoir a construit des cercles répétiteurs qui n'ont que six pouces, ou seize centimètres de diamètre, et avec lesquels on ne risque guères de commettre, dans l'évaluation d'un angle, qu'une erreur de 10 ou de 15 secondes. Je donne, dans cette partie, le moyen de mesurer les angles doubles, quadruples, sextuples, octuples, etc. et tout ce qui peut faciliter l'usage d'un instrument qui doit remplacer le graphomètre, puisqu'il donne aux observations un degré de justesse qu'on ne peut atteindre avec ce dernier.

L'octant ou quartier de réflexion, le cercle de réflexion de Tobie Mayer, corrigé par Borda, la planchette et la boussole, ont trouvé leur place dans cette même partie; j'ai eu soin de faire mention des cas où ces divers instrumens sont employés pour la navigation. Je me suis étendu sur les usages de la planchette, pour établir, le canevas d'une carte et pour lever le détail d'un pays ou d'un terrain, avec ou sans le secours de l'aiguille aimantée, même sans rien mesurer; enfin, j'ai indiqué les moyens de se servir des cartes imprimées pour en faire de détaillées.

La seconde partie offre de plus aux personnes qui voudroient lever des plans avec la boussole, la manière d'avoir avec précision le détail d'un terrain, et de rapporter sur le papier les brouillons ou croquis faits sur les lieux. La description des différentes sortes de boussole en usage dans la navigation, les moyens d'aimanter l'aiguille, de statuer avec précision le lieu des sondes que l'on fait en

mer et d'avoir par industrie l'itinéraire d'un pays, sont aussi exposés dans cette partie que terminent des réflexions de Dalrymple sur les observations faites en mer avec l'octant ou la boussole.

La construction des cartes militaires, un détail très-circonstancié de tous les objets qui doivent entrer dans ces cartes, l'indication des meilleures qui existent, les connoissances nécessaires et même indispensables pour en dresser une bonne, et le mémoire qui doit l'accompagner, se trouvent dans la troisième partie, ainsi que les moyens de lever les plans topographiques, le plan d'un camp et des travaux offensifs et défensifs exécutés par une armée; celui de l'intérieur d'une ville, de ses fortifications permanentes ou passagères, et des tranchées ou souterrains qui doivent servir à sa défense.

Enfin, la quatrième partie contient tout ce qui a rapport à la levée des édifices civils et de leurs dépendances; la manière de tracer sur le terrain les projets qui ont été imaginés dans le cabinet, soit pour des embellissemens, des décorations nouvelles ou des constructions neuves, et le tracé des routes dans les forêts.

Les nombreux articles ajoutés à cet ouvrage le rendent, comme je l'ai dit, l'un des plus complets qui existent dans ce genre. Il pourra même tenir lieu de plusieurs autres que l'on étoit obligé de consulter quand on vouloit s'instruire à fond dans un art que, chaque jour, on trouve l'occasion de mettre en pratique.

PREMIÈRE PARTIE.

CONTENANT *la manière de faire le canevas d'une carte; de déterminer la distance des différens lieux d'un pays à une méridienne et à sa perpendiculaire; et la réduction de l'angle à l'horizon et au centre de la station.*

CHAP. I.er *Notions préliminaires* . . . . . page 1

CHAP. II. *Moyens qu'il faut mettre en usage pour faire le canevas d'une carte* 5

Mesurer une base pour faire le canevas d'une carte 5

Manière de faire les observations nécessaires pour dresser le canevas d'une carte 6

CHAP. III. *Ordre dans lequel il faut écrire sur le registre les angles que l'on observe pour faire le canevas d'une carte* 10

CHAP. IV. *Usage de la trigonométrie rectiligne dans le calcul des triangles* 22

CHAP. V. *Rapporter des objets à l'égard d'une méridienne et de sa perpendiculaire* 36

Moyens d'observer la direction d'une méridienne 37

Moyen de déterminer la distance de chaque objet d'un pays à une méridienne et à sa perpendiculaire. 39

Usage des distances à la méridienne et à sa perpendiculaire pour dresser le canevas d'une carte 44

CHAP. VI. *Réduction des angles à l'horizon* 46

CHAP. VII. *Réduction des angles au centre de la station* 49

SECONDE PARTIE.

CONTENANT *la description et les usages de divers instrumens dont on se sert, soit pour mesurer les angles sur le terrain, ou en mer pour prendre les hauteurs des astres, et pour lever le détail des objets, dont les points principaux ont déjà été déterminés par la trigonométrie.*

CHAP. I.er *Attentions qu'il faut apporter dans les mesures prises sur le terrain; instrumens dont on fait usage pour mesurer les angles* 70

CHAP. II. *Du graphomètre; de son usage et de la manière de le vérifier* 72

CHAP. III. *Description du cercle à deux lunettes, ou cercle répétiteur* 77

Mouvemens de l'instrument 80

Usage du cercle répétiteur pour la mesure des angles sur le terrain 81

Mesure de l'angle double 85

Mesure de l'angle quadruple 87

Mesure des angles sextuples, octuples, etc . . 89

De la précision des mesures prises avec le cercle répétiteur 90

CHAP. IV. *Description et usage de l'octant, ou quartier de réflexion* 95

Usage de l'octant pour lever la carte d'un pays. 105

Usage de l'octant dans le relèvement des plans d'une étendue médiocre 108

CHAP. V. *Description et usage du cercle de réflexion.* 113

CHAP. VI. *Description de la planchette, avec la manière de s'en servir* 122

Manière d'établir avec la planchette le canevas d'une carte 134

Défauts de cette méthode dans des cartes fort étendues 135
De l'usage de la planchette pour établir des points intermédiaires. 138
De l'usage et des avantages de la planchette pour lever le détail d'un pays 139
Manière de lever le détail avec la planchette. . . 141
Comment on vérifie sur le terrain le détail qu'on vient de lever avec la planchette. 143
De quelle manière on rectifie sur le terrain le détail qu'on prend avec la planchette, lorsqu'on y apperçoit de l'erreur 143
Comment on découvre que l'aiguille aimantée ne prend pas son nord, et de quelle manière il faut se conduire en pareil cas 144
Comment on lève avec la planchette, sans le secours de l'aiguille aimantée 146
Manière de lever avec la planchette le détail d'un pays sans en rien mesurer 149
Observations nécessaires pour que la carte d'un pays soit sans défauts d'intelligence 155
Manière de dresser et de détailler une carte sur des indices 157
Usage des cartes imprimées pour en faire de détaillées. 159
Des reconnoissances militaires, ou faites à vue. 160
CHAP. VII. *Description et usage de la boussole dans la levée des plans* 163
Moyen de lever le cours d'une rivière avec la boussole, au moyen d'angles qui n'excèdent pas 180 *degrés* 165
Lever le détail d'un pays au moyen de la boussole 166

Manière de lever le détail d'un pays, en supposant un nombre de degrés au-dessus de 180. 171

Autre manière de lever le cours d'une rivière avec la boussole. 174

Remarque sur les cotes des brouillons 175

Manière de rapporter sur le papier les brouillons du détail d'un pays levé avec la boussole 176

Manière d'observer la direction de l'aiguille aimantée, et de la tracer sur le papier . . . 176

Comment on rapporte les brouillons où l'on a distingué de quel côté de l'aiguille aimantée s'est trouvée la déclinaison 176

Comment se fait la vérification et la correction d'un détail 180

Autre manière de rapporter les brouillons, où l'on a examiné de quel côté de l'aiguille aimantée se sont faits les angles 182

Comment on rapporte les brouillons levés avec la boussole, en comptant tous les degrés compris entre la droite d'un alignement et la gauche de l'aiguille aimantée 184

Méthode pour rapporter à la fois plusieurs opérations faites et marquées sur le brouillon du détail d'un pays levé avec la boussole, en comptant tous les degrés compris entre la droite du rayon et la gauche de l'aiguille aimantée 186

Comment on rapporte les opérations de la boussole, à mesure que l'on s'en sert sur le terrain 190

Avertissement sur la levée du détail d'une carte 191

Différentes sortes de boussoles en usage dans la navigation 192

CHAP. VIII. *Manière de statuer avec précision le lieu des sondes que l'on fait en mer, et de les assujettir à une côte* 204

CHAP. IX. *Manière d'avoir par industrie l'itinéraire d'un pays, et d'en former une table fort intelligible* 212

Explication d'une table d'itinéraire 214

Itinéraire de la route d'Arlo à la Fare, dans laquelle on a observé le temps employé à parcourir les plaines, les montées et les descentes 215

Retour de la Fare à Arlo, en observant de même le temps employé à parcourir les plaines, les montées et les descentes 216

Du figuré d'un itinéraire et de l'ordre de marche des troupes d'une armée 218

CHAP. X. *Réflexions de Dalrymple sur les observations faites en mer avec l'octant ou la boussole* 219

Remarque sur la propagation du son 225

TROISIÈME PARTIE.

MANIÈRE *de construire les cartes militaires.* 228

CHAP. I.er *Détail des objets qui doivent entrer dans les cartes militaires* 228

Connoissances nécessaires pour bien établir une carte militaire 230
Des montagnes 237
Des eaux 239
Des villes. 240
Des villages 241
Des chemins 242
Des bois et des haies 243
Des côtes. 244
Des camps 246
Des productions du pays. 247
Des quartiers d'hiver 248
Des langues. 249
Des travaux accessoires 250

CHAP. II. *Des plans topographiques* 252

CHAP. III. *De la manière de lever le plan d'un camp*. 256
Principe fondamental pour lever avec la planchette, sans mesurer le détail 261
Manière de lever le cours d'une rivière, en se servant de la planchette. 265
Manière d'avoir la figure et le détail d'une certaine étendue de pays et d'un poste 268
Moyen particulier, dont on peut se servir, pour avoir à peu près la largeur d'une rivière . . . 269

CHAP. IV. *Principaux articles qui doivent faire l'objet d'un mémoire relatif à une carte dressée pour le service militaire* 270
Table où l'on verroit les lieux et les ressources d'un pays. 272

Explication de cette table. 272
Remarque sur cette table et sur les moyens d'en dresser de justes 274

CHAP. V. *Manière de lever le plan d'une tranchée* . . 275
Comment on doit lever les plans des communications souterraines 279
Comment on lève les plans des fortifications passagères 281

CHAP. VI. *Manière de lever le plan d'une ville* 284

CHAP. VII. *Méthode de lever le plan des fortifications permanentes* 289

CHAP. VIII. *Des cartes de quartier d'armée* 295

QUATRIÈME PARTIE.

Qui contient la manière de lever le plan des édifices civils et de leurs dépendances, avec la méthode d'en tracer les projets sur le terrain, et de tracer des routes dans les forêts.

CHAP. I.er *Comment on lève le plan des édifices civils* . 296
Moyen qu'on doit employer pour avoir le centre et le rayon d'une tour, afin de la lier avec précision au plan de l'édifice, dont elle fait partie 298
Comment on lève le plan de ce qui dépend et tient à un édifice 302
Comment on rapporte sur un papier le brouillon d'un édifice et celui des choses qui y tiennent, afin d'en former un plan exact 303

CHAP. II. *De la manière de tracer les projets sur le terrain* 304

Manière de tracer sur le terrain le projet d'un édifice civil, et celui des choses qui appartiennent à l'architecture champêtre 305
Usage de la planchette pour tracer un projet sur le terrain 306
Manière de tracer sur le terrain un projet de fortification 307
Manière de tracer sur le terrain un projet de jardin 309
Manière de tracer les routes dans les forêts . . 311
Indication des meilleures cartes générales dont la connoissance peut être utile à un militaire. 313

L'ART

L'ART
DE LEVER LES PLANS.

PREMIÈRE PARTIE.

Contenant la manière de faire le canevas d'une Carte; de déterminer la distance des différens lieux d'un pays à une méridienne et à sa perpendiculaire; et la réduction de l'angle à l'horizon et au centre de la station.

CHAPITRE PREMIER.

NOTIONS PRÉLIMINAIRES.

On a cru devoir commencer cet ouvrage par quelques notions sur les moyens de déterminer un point ou un lieu sur la surface du globe terrestre, et pour cela donner les définitions et les usages des lignes qu'on y suppose tracées.

On connoît la position d'un pays, d'une commune, enfin d'un point géographique quelconque, par l'intersection perpendiculaire de deux arcs de grands cercles, ou tracés effectivement sur le globe, ou supposés tracés.

L'un des grands cercles qui se trouvent sur le globe

terrestre (*fig.* 1), est l'équateur; ses pôles et son axe sont les pôles mêmes et l'axe de la terre, qu'il coupe en deux parties égales.

La partie du globe qui se trouve, par rapport à nous, au-delà de l'équateur, est nommée *hémisphère méridional* ou *austral;* et celle qui est tournée au nord, s'appelle *hémisphère septentrional* ou *boréal.*

L'autre grand cercle passe par les pôles de la terre; il est perpendiculaire à l'équateur, et se nomme *méridien.*

L'équateur pouvant être coupé de la même manière à tous ses points, il s'ensuit qu'il y a une infinité de méridiens; que par conséquent chaque lieu sur la terre a son méridien particulier, qui est aussi celui de tous les endroits situés sur le même cercle.

Mais entre ces méridiens, il en est un qu'il faut distinguer; on le désigne par *premier méridien*, ou *grand méridien.* Il passe par l'*Ile de Fer*, la plus occidentale des Canaries; et c'est de lui que, d'occident en orient, on compte de dix en dix les autres méridiens. Sur les cartes françaises modernes on emploie le méridien qui passe par l'observatoire de Paris.

La distance de ce premier méridien à chacun des autres, est ce qu'on nomme *longitude;* et la distance de l'équateur à un point quelconque d'un méridien, est ce qu'on nomme *latitude.*

La latitude est méridionale, quand on va de l'*équateur* vers le *pôle antarctique;* elle est septentrionale, quand on va vers le *nord*, ou vers le *pôle arctique.*

Lorsqu'on connoît la longitude d'un lieu et sa latitude méridionale ou septentrionale, il est facile de trouver ce lieu sur une mappemonde ou sur une carte; pour cela, depuis le premier méridien, on compte sur

l'équateur le nombre de degrés et de minutes de sa longitude; de l'extrémité de cette longitude, on remonte sur le méridien qu'on peut imaginer, ou tracé, ou passer par ce point, jusqu'à ce que l'on soit au nombre de degrés et minutes de la latitude méridionale ou septentrionale; et c'est-là où l'on trouve le lieu qui est indiqué. Les astronomes ont construit des tables, dans lesquelles on trouve, avec autant de précision que la nature des observations a pu le permettre, les longitudes et les latitudes des principales villes des quatre parties du monde.

Une carte, dont le canevas est établi d'après les observations et les calculs astronomiques, de sorte que chaque lieu principal du pays qu'elle représente s'y trouve placé selon sa longitude et sa latitude, est suffisante à certains égards; mais une semblable carte ne peut servir pour exécuter des projets et des manœuvres où il importe de connoître la nature d'un pays, et la position des moindres objets qu'il renferme; beaucoup de circonstances exigent que l'on connoisse les communications d'une ville à un bourg ou à un village, d'un village à un autre; la position d'un château, d'une maison, d'une ferme, d'un moulin, d'un pont, d'un gué, d'un bois, etc.

Tous ces détails sont du ressort de l'ingénieur militaire; c'est par le tableau qu'il fait d'un pays, que toutes les choses essentielles se trouvent à leur place respective; c'est sur ce plan que le général, commandant l'armée, doit se diriger pour l'attaque ou la défense du pays qu'il veut conquérir ou défendre; il doit y trouver les routes à suivre pour déposter l'armée ennemie, pour la prévenir dans ses marches, lui couper sa retraite, ou la faire rétrograder; c'est

sur son travail que le général en chef voit les lieux d'embuscade dont il pourra faire usage pour arrêter les partis, pour protéger ses convois, intercepter ceux des ennemis, et qu'il doit voir encore l'emplacement des ponts et des gués qu'il faudra garder ou rompre, afin de les interdire à l'ennemi.

Les ingénieurs militaires que le Gouvernement juge à propos d'envoyer aux armées, doivent s'occuper d'abord de tout ce qui a rapport au campement de l'armée; et successivement des différentes positions qu'elle peut prendre suivant les circonstances; selon le temps et l'importance de l'objet, ils détaillent avec soin la droite et la gauche du camp, l'intérieur, la tête et la queue; ils rendent compte de leurs opérations au général en chef, commandant l'armée.

Ils doivent aussi lever le plan des *lignes*, des *retranchemens* et des *postes importans*, soit par leur situation, soit par le nombre considérable de troupes qui pourroient s'y loger, et par-là même assurer l'armée et protéger les mouvemens qu'elle peut faire pour pénétrer chez l'ennemi.

Les ingénieurs militaires sont ordinairement chargés de lever le plan d'une tranchée, et en général de tout ce qui peut contribuer à l'attaque et à la défense des places.

Suivant la nature de l'entreprise, et le temps dont l'on peut disposer pour l'exécuter, l'ingénieur emploie différentes méthodes pour avoir le canevas et le détail de ses cartes. Nous allons développer divers moyens que l'on pourra mettre en usage, d'après les circonstances particulières où l'on se trouvera.

CHAPITRE II.

Moyens qu'il faut mettre en usage pour faire le canevas d'une Carte.

Lever la carte d'un pays, d'un département, le plan d'une ville, d'une maison et ses dépendances, etc., c'est en représenter la figure en petit dans les proportions qu'elle a en grand : la *géométrie élémentaire* et la *trigonométrie rectiligne* fournissent des règles certaines pour l'exécution de ce dessin. Nous supposons connus les principes de géométrie et de trigonométrie, n'ayant pour but que d'en montrer l'application.

Mesurer une base pour faire le canevas d'une Carte.

(1.) Pour établir le canevas d'une carte, c'est-à-dire, pour rapporter sur un papier tous les principaux objets d'un pays, tels qu'ils sont les uns à l'égard des autres, il faut former une suite de triangles dont les côtés soient les plus longs que les localités puissent permettre. On commencera d'abord par mesurer, avec un très-grand soin et sur un terrain plat, la plus grande longueur en ligne droite qu'il est possible, et qu'on nomme *base*.

(2.) Nous observerons que s'il est possible de mesurer la distance entre deux objets fixes et bien visibles, on doit préférer ce parti, et en faire la base du travail ; il dispense de planter des signaux aux deux extrémités de la mesure fondamentale, qui s'aperçoivent quelquefois difficilement, ou que le vent ou des per-

sonnes mal-intentionnées peuvent abattre ; il convient de vérifier cette longueur en réitérant la même opération, et en y employant un nombre suffisant de personnes qu'on divise en plusieurs bandes, qui font chacune le même toisé qu'elles se communiquent réciproquement.

Si chaque bande trouve une même longueur, il est certain qu'on a la mesure exacte de la base ; mais, s'il y a quelque différence entre les mesures, il faudra en tenir compte, et en prenant un terme moyen entre ces différences, on aura la longueur de la base avec une exactitude assez rigoureuse.

Au surplus, on concevra facilement comment il faut se conduire, en supposant qu'il est question de faire le canevas de la carte du pays représenté par la deuxième figure.

Manière de faire les observations nécessaires pour dresser le canevas d'une Carte.

(3.) Supposons qu'il s'agisse de faire la carte d'un pays, ou de rapporter sur le papier la position des lieux, tels que *Ablon*, *Brienne*, *Cailly*, *Ervée*, *Dienville*, *etc.*, *etc.*, (*fig.* 2).

On commencera par s'élever le plus qu'il sera possible, en montant sur une tour ou un clocher, d'où l'on pourra découvrir la plus grande partie des endroits dont l'on veut connoître la position ; on se transportera aux différens lieux où il sera nécessaire pour prendre une connoissance légère de tous ces objets, on les dessinera grossièrement sur un papier : ce premier dessin qu'on appelle *croquis* ou *brouillon*, servira à marquer les différentes mesures qu'on prendra dans le cours des opérations ; on aura soin d'in-

Digitized by Google

diquer la position de chaque endroit, en écrivant exactement le nom du village, ou en général de l'objet que l'on doit rapporter.

On fera un registre sur lequel on notera l'espèce d'objet sur lequel la lunette est dirigée; on indiquera si c'est une tour, une ferme, une maison, un clocher, ou un moulin, etc.

Si c'est un clocher, il faut désigner s'il est terminé en flèche ou autrement, afin de le reconnoître soi-même, et de n'être pas trompé par les indicateurs.

Si c'est une maison, il faut marquer le point où l'on dirige le rayon visuel, c'est-à-dire, indiquer si c'est à une tour, à un donjon, à un colombier, ou à tout autre chose.

Si c'est une ferme, ou un moulin, ou un colombier, ou un arbre, il faut pareillement les distinguer par leur nom, ou de tout autre manière.

Il convient encore de noter sur le registre à quelle distance on juge à peu près les objets, afin de ne pas confondre ceux qui se ressemblent, ou qui ont le même nom, ou qui peuvent se trouver dans la même direction.

(4.) Pour commencer à faire le canevas de la carte d'un pays, nous supposerons qu'entre *Flers* et *Orval*, on a rencontré un terrain commode, où l'on a mesuré la plus grande base qu'il a été possible, que l'on a dirigée dans l'alignement de ces deux objets; l'une de ses extrémités *A*, étant dans l'alignement de *Méry* à *Bacourt*, située au-delà et en deçà du *point A*; supposons que la longueur de cette base a été trouvée de 2500 mètres.

Nous supposerons aussi que les observations ont été faites, soit avec un graphomètre à deux lunettes,

soit avec le cercle répétiteur. On placera l'instrument de manière que son centre tombe sur le *point A*, et que sa lunette fixe soit dirigée dans l'alignement *AB*, sur un signal placé au *point B*, que l'on nomme *premier pointé* (tous les endroits sur lesquels on fixe la lunette ou l'alidade inférieure, sont des *premiers pointés*; de sorte que, dans le tour de l'horizon, il y a autant de ces *premiers pointés* qu'on a changé de fois la lunette immobile). Ayant donc fixé la lunette sur le *point B*, où l'on aura fait planter le signal, on dirigera l'autre lunette successivement sur tous les lieux que l'on pourra appercevoir du *point A*, tels que *Danval*, *Bacourt*, *Beaupré*, etc.; après chaque observation, on écrira sur le registre l'angle que fait la base avec le rayon visuel passant par le lieu que l'on vient d'observer.

(5.) Par exemple, si en dirigeant successivement la lunette mobile à *Danval*, *Bacourt*, *Beaupré*, etc. on compte sur le limbe de l'instrument 32° 42′, entre la direction de la base ou le premier pointé et la lunette mobile, dans la première observation; 50° 28′, dans la seconde; 83° 1′, dans la troisième; on écrira ces angles sur le registre qui portera en titre le nom de l'endroit où l'on opère, comme on va le voir dans le chapitre suivant.

Nota. On a conservé l'ancienne division de la circonférence du cercle en 360 parties égales; mais il sera possible de ramener chaque observation à la nouvelle division en 400 parties égales, de la manière suivante:

Désignant par G le grade ou degré décimal, le rapport entre un degré ancien et le nouveau sera exprimé par $\frac{400^\circ}{360} = \frac{100}{9} = 1^\circ,1111$, et celui entre le degré nouveau et l'ancien par $\frac{360^\circ}{400} = \frac{9^\circ}{10} = 0^\circ,9$.

Ainsi, pour réduire des degrés anciens en nouveaux, il faudra multiplier 1°,1111 par les anciens degrés, et réciproquement multiplier 0°,9 par les nouveaux, pour les convertir en anciens.

APPLICATION.

On propose de convertir un angle de 67° 53′ 43″,378 en grades; multipliant 1°,1111 par 67° 53′ 43″,378, on trouvera, en prenant un assez grand nombre de chiffres décimaux, 75°,4393.

Réciproquement, multipliant 0°,9 par 75°,4393, on retrouvera 67° 53′ 43″351, à très-peu de chose près, comme le précédent.

On parviendra au même résultat plus simplement : Soit encore l'angle de 67° 53′ 43″378, ayant converti les minutes et secondes en décimales, on a . . . . . 67°,8954.
Ajoutant le neuvième, ou . . . . . 7, 5439.

On trouve comme ci-dessus. . . . . 75°,4393.

Réciproquement pour convertir 75°,4393 en degrés; de . . . . . 75°4393
Otant le dixième, ou 7, 54393

Il restera . . . . . 67°,89537

Convertissant les décimales en minutes, secondes et parties de seconde, on trouvera 67° 53′ 43″,332, moins juste que le précédent, mais suffisant pour la pratique.

CHAPITRE III.

Ordre dans lequel il faut écrire sur le registre les angles que l'on observe pour faire le canevas d'une Carte.

OBSERVATIONS FAITES AU *POINT A*.

PREMIÈRE OBSERVATION.

(6.) La lunette immobile étant fixée sur le signal du *point B*, il y a

entre le *point B* premier pointé, et	*Danval.*	32°	42′
	Bucourt.	58.	28.
	Beaupré.	83.	1.

SECONDE OBSERVATION.

On placera la lunette immobile sur *Beaupré*, qui deviendra un premier pointé; et l'on trouvera

entre *Beaupré* et	*Bleville.*	41°	45′
	Ablon.	72.	20.

TROISIÈME OBSERVATION.

On placera la lunette immobile sur *Ablon*, qui deviendra un premier pointé; et l'on trouvera

entre *Ablon* et	*Boissy.*	8°	54′
	Flers.	24.	39.
	Ervée.	41.	57.
	Méry.	81.	2.
	Dienville.	93.	48.

QUATRIÈME OBSERVATION.

On dirigera la lunette immobile sur *Dienville*, qui deviendra un premier pointé; et l'on trouvera

entre *Dienville* et	*Flaucourt*	31°	29′
	Dangé	49.	15.
	Andel.	64.	12.
	Cerdon	84.	36.
	le point B.	110.	51.

(7.) Cette opération terminée, on fera l'addition de la valeur des angles compris entre la base et les premiers pointés; c'est-à-dire, qu'on joindra au nombre de degrés compris entre le *point B* et *Beaupré*, la valeur de l'angle compris entre *Beaupré* et *Ablon;* celle de l'angle compris entre *Ablon* et *Dienville;* et enfin celle de l'angle compris entre *Dienville* et *le point B*. Si ces angles sont égaux à 360°, d'après l'ancienne division du cercle, ou à 400ᵉ d'après la nouvelle, il est évident qu'on a bien observé. Si la somme de ces angles ne diffère en plus ou en moins que de quelques minutes, on pourra encore s'en tenir à cette observation; cette petite différence pouvant venir, l'instrument étant bien divisé et bon à tous égards, de l'estimation des minutes faites sur un graphomètre qui a peu de rayon; mais si l'erreur approche d'un ou de plusieurs degrés, il est indispensable de recommencer l'opération.

(8.) Les quatre parties qui composent ensemble la station précédente, ou la valeur des angles compris entre les premiers pointés, étant ajoutés, donneront, pour leur somme ou tour de l'horizon,

1.° Angle compris entre le *point B* et *Beaupré*.	83°	1′
2.° — *Beaupre* et *Ablon*	72.	20.
3.° — *Ablon* et *Dienville*.	93.	48.
4.° — *Dienville* et le *point B*.	110.	51.
Donc somme des quatre angles	360	0.

Les observations ayant été faites au *point A*, et vérifiées, comme il est dit ci-dessus, on se transportera au *point B*, on y établira l'instrument; et dirigeant d'abord sa lunette immobile dans l'alignement *BA*, sur le signal placé au *point A*, on continuera à observer les angles que l'on notera sur le registre, ainsi qu'il suit:

OBSERVATIONS FAITES AU *POINT B*.

PREMIÈRE OBSERVATION.

(9.) La lunette immobile étant dirigée sur le signal au *point A*, premier pointé; il y a

entre le *point A* et	*Beaupré*	51°	40′
	Méry.	18.	15.
	Cerdon	20.	18.
	Dienville	32.	30.
	Flaucourt.	41.	44.
	Dangé	71.	31.
	Andel	99.	30.

SECONDE OBSERVATION.

La lunette immobile étant pointée sur *Andel*, qui devient premier pointé; il y a

entre *Andel* et	*Billy*.	26°	37′
	Fages	38.	31.
	Dillot	50.	42.
	Orval.	80.	30.
	Bressac.	89.	31.

TROISIÈME OBSERVATION.

La lunette immobile étant fixée sur *Bressac*, premier pointé; il y a

entre *Bressac* et	*Crenay*	37°	5′
	Danval	70.	30.

QUATRIÈME OBSERVATION.

La lunette immobile étant dirigée sur *Danval*, premier pointé, il y a

entre *Danval* et	*Bacourt*	34°	20′
	Beaupré	48.	49.
	Dreuil	62.	14.
	le point A	100.	29.

On ajoutera, comme pour les observations faites au *point A*, les angles compris entre les premiers pointés, et on trouvera

Pour le premier	99°	30′.
Pour le second	89.	31.
Pour le troisième	70.	30.
Pour le quatrième	100.	29.
Donc tour de l'horizon	360.	0.

REMARQUES IMPORTANTES.

(10.) A chaque station, il faut avoir soin d'examiner si les lunettes ne donnent point de parallélisme. Pour cet effet, on les dirige sur le même objet, et on voit si la lunette mobile marque zéro sur le limbe de l'instrument; s'il en est autrement, il convient d'avoir égard au parallélisme.

(11.) Le parallélisme est le petit arc ou la valeur du petit arc renfermé entre la situation parallèle des

lunettes ou des alidades d'un instrument dirigées sur le même objet, et c'est de la valeur de ce petit arc qu'on tient compte, en l'ajoutant ou en le retranchant de l'angle compris entre ces deux premiers pointés successifs, selon qu'on le trouve en moins ou en plus.

(12.) On avertit aussi qu'il faut diriger des rayons visuels sur tous les objets, et observer avec la plus grande attention les angles très-aigus, quand on en rencontrera, et qu'on sera forcé de s'en servir, mais on doit les considérer comme douteux.

(13.) On prévient encore qu'il faut, autant qu'on le peut, quand il s'agit du calcul des distances, former des triangles qui n'aient point des angles trop aigus ou trop obtus.

(14.) Après avoir observé à chaque extrémité *A* et *B* de la base, l'ouverture des angles formés par les rayons visuels, dirigés sur les objets qu'on a vus du *point A* et du *point B*, il convient de faire les autres stations dans les clochers, dans les tours, les moulins à vent, et enfin dans les endroits les plus élevés, où l'on est moins offusqué qu'en rase campagne, par les montagnes, les coteaux, les bois, etc.; pour cet effet, on se transportera sur les lieux que l'on a reconnus les plus avantageux pour y observer.

(15.) Par exemple, on choisira des endroits, tels que *Danval*, *Beaupré*, *Dreuil*, etc. dont la position aura été déterminée par les observations précédentes; arrivé dans chacun de ces endroits, on y prendra pour lieu d'observation, celui où l'on aura dirigé les deux rayons visuels qui en déterminent la position; on y établira tellement l'instrument, que sa lunette immobile soit parfaitement située

sur l'un de ces deux rayons, ou sur tel autre rayon que ce soit, choisissant par préférence les plus longs et ceux qui serviront de base aux triangles qui résulteront de ces nouvelles observations. Ces observations étant semblables à celles qui ont été faites au *point A* et au *point B*, il ne reste plus rien à dire, si ce n'est qu'il faut, non-seulement observer les angles entre les distances des lieux qui n'ont point encore été vus; mais aussi, autant qu'on le peut, les angles entre les endroits qu'on aura déterminés par les opérations précédentes, afin de se convaincre, par un nouveau calcul, que la place qu'on leur aura assignée est leur véritable position.

(16.) C'est ainsi qu'en revenant par une nouvelle route à des points déjà déterminés, on s'assure d'avoir bien opéré, ou l'on reconnoît des erreurs qui s'étoient glissées, soit dans le calcul précédent, soit dans la distance d'un lieu à un autre, soit dans l'observation des angles, laquelle route avoit paru exacte, parce que la somme des angles autour du même point avoit été trouvée de 360 degrés; mais qui étoit réellement fausse, à cause que la même erreur qui étoit en plus dans la mesure d'un angle, étoit aussi en moins dans la mesure d'un autre angle. Or, comme en pareil cas, il faudroit retourner au lieu de cette observation, afin d'en faire une plus précise, on voit qu'avant de s'écarter d'un lieu de station, il convient de calculer tous les triangles qu'on peut calculer alors, de crainte qu'en remettant ce travail à un autre tems, on ne trouve des erreurs qui obligent à revenir à un lieu dont on se seroit déjà fort éloigné; enfin, pour qu'il ne manque rien à la vérification du travail qu'on a fait, il est

à propos de mesurer de loin en loin de nouvelles bases, et de s'en servir pour connoître des distances déjà déterminées.

D'après ce que l'on vient de dire sur la manière de faire et d'enregistrer les observations, les deux exemples précédens suffiroient, et on seroit absolument dispensé de supposer les six observations suivantes, si elles n'étoient pas nécessaires pour former les modèles de tables de calcul qu'on trouvera dans la suite.

OBSERVATIONS FAITES A DANVAL.

PREMIÈRE OBSERVATION.

(17.) La lunette immobile dirigée sur *Beaupré*; il y a

entre *Beaupré* et	*le point A.*	52°	49′
	le point B.	99.	38.
	Andel.	112.	22.

SECONDE OBSERVATION.

La lunette immobile étant dirigée sur le *point B*; il y a

entre le *point B* et	*Orval.*	45°	3′
	Bressac ou *Crenay* . . .	70.	52.
	Marlieu	108.	5.

TROISIÈME OBSERVATION.

La lunette immobile fixée sur *Marlieu*; il y a

entre *Marlieu* et	*Combes.*	27°	8′
	Arcy.	35.	17.
	Gany.	52.	7.

QUATRIÈME

QUATRIÈME OBSERVATION.

La lunette immobile pointée sur *Gany*; il y a

entre *Gany* et	*Lairac*	15°	47′
	Pujol	38.	59.
	Achères	47.	18.
	Plainville	52.	30.
	Buires	77.	48.
	Beaupré	100.	10.

Tour de l'horizon	Premier angle	99°	38′
	Deuxième	108.	5.
	Troisième	52.	7.
	Quatrième	100.	10.
	TOTAL	360°	0.

OBSERVATIONS FAITES A BEAUPRÉ.

PREMIÈRE OBSERVATION.

(18.) La lunette immobile, située sur le *point A*; il y a

entre le *point A* et	*Cerdon*	22°	44′
	le point B	45.	19.
	Danval	76.	52.

SECONDE OBSERVATION.

La lunette immobile fixée sur *Danval*; il y a

entre *Danval* et	*Bacourt*	1°	36′
	Gany	1.	15.
	Achères	69.	52.
	Pujol	94.	48.

TROISIÈME OBSERVATION.

La lunette immobile arrêtée sur *Pujol;* il y a

entre *Pujol* et	*Buires*	19° 45′
	Clémont	44. 32.
	Dreuil	81. 12.
	Ablon	107. 40.

QUATRIÈME OBSERVATION.

La lunette immobile dirigée sur *Ablon;* il y a

entre *Ablon* et	*Bléville*	28° 43′
	Boissy	44. 10.
	Ervée	50. 50.
	Flers	65. 17.
	le point A	80. 40.

Tour de l'horizon	Premier angle	76° 52.
	Deuxième	94. 48.
	Troisième	107. 40.
	Quatrième	80. 40′
	TOTAL	360° 0.

OBSERVATIONS FAITES A DREUIL.

PREMIÈRE OBSERVATION.

(19.) La lunette immobile fixée sur *Ablon;* il y a

entre *Ablon* et	*Brienne*	37° 50′
	Ervée	65. 26.
	Boissy	74. 10.
	Bléville	92. 10.
	Beaupré	125. 52.

SECONDE OBSERVATION.

La lunette immobile pointée sur *Beaupré;* il y a

entre *Beaupré* et	*Buires*	27°	15
	Clémont	37.	55.
	Mussy	48.	12.
	Plainville	55.	26.
	Pujol	66.	19

TROISIÈME OBSERVATION.

La lunette immobile dirigée sur *Pujol;* il y a

entre *Pujol* et	*Gisay*	22°	47′
	Cluzeau	40.	30.
	Estival	75.	12.

QUATRIÈME OBSERVATION.

La lunette immobile située sur *Estival;* il y a

entre *Estival* et	*Lignol*	65°	0′
	Ablon	92.	37.

Tour de l'horizon.	Premier angle	125°	52′
	Deuxième	66.	19.
	Troisième	75.	12.
	Quatrième	92.	37.
	TOTAL	360°	0.

OBSERVATIONS FAITES A ERVÉE.

PREMIÈRE OBSERVATION.

(20.) La lunette immobile dirigée sur *Ablon;* il y a

entre *Ablon* et	*Brienne*	14°	6′
	Lurcy	90.	6.

SECONDE OBSERVATION.

La lunette immobile située sur *Lurcy;* il y a

entre *Lurcy* et	*Gensac*	56°	16′
	Dienville	90.	18.

TROISIÈME OBSERVATION.

La lunette immobile fixée sur *Dienville;* il y a

entre *Dienville* et	*Flaucourt*	17°	32′
	Méry	30.	59.
	le point A	61.	45.
	Flers	70.	11.
	Beaupré	97.	38.

QUATRIÈME OBSERVATION.

La lunette immobile pointée sur *Beaupré;* il y a

entre *Beaupré* et	*Boissy*	16°	12′
	Dreuil	42.	16.
	Ablon	81.	58.

Tour de l'horizon	Premier angle	90°	6′
	Deuxième	90.	18.
	Troisième	97.	38.
	Quatrième	81.	58.
	TOTAL	360°	0.

OBSERVATIONS FAITES A MARLIEU,

PREMIÈRE OBSERVATION.

(21.) La lunette immobile fixée sur *Danval;* il y a

entre *Danval* et	*Crenay*	20°	0′
	Bressac	77.	35.

SECONDE OBSERVATION.

La lunette immobile dirigée sur *Crenay*, on a trouvé entre *Crenay* et *Bressac*. . . . . 57° 35′.

TROISIÈME OBSERVATION.

La lunette immobile pointée sur *Bressac*; il y a entre *Bressac* et *Matau*. . . . . 45° 18′.

OBSERVATIONS FAITES A CAILLY.

(22.) La lunette immobile étant dirigée successivement sur *Brienne*, *Ervée*, *Boissy*, *Dreuil*, *Ablon*;

il y a entre	*Brienne* et *Ervée*	108°	45′
	Ervée et *Boissy*	38.	30.
	Boissy et *Dreuil*	87.	30.
	Dreuil et *Ablon*	62.	30.
	Ablon et *Brienne*	62.	45.
Tour de l'horizon		360°	0.

Ce que nous venons d'exposer est plus que suffisant pour faire voir la manière de se conduire, en observant les angles pour parvenir à dresser le canevas d'une carte; l'usage d'en écrire la valeur sur un registre n'a pas les mêmes inconvéniens que lorsqu'on se sert de feuilles volantes, quand même on y écriroit le nombre de degrés, minutes et secondes entre deux rayons visuels figurés; d'ailleurs, ce registre est très-propre à éclairer la marche dans le calcul des triangles.

CHAPITRE IV.

Usage de la trigonométrie rectiligne dans le calcul des triangles.

(23.) Après avoir observé les angles formés par les rayons visuels dirigés de plusieurs lieux sur plusieurs autres, soit avec un graphomètre, soit avec le cercle répétiteur, comme donnant dans les opérations géodésiques plus d'exactitude qu'aucun autre instrument, il faut avoir recours à la trigonométrie rectiligne. On suppose le lecteur instruit des principes de cette partie de la géométrie : on connoîtra donc la distance entre deux objets observés, en les considérant comme placés chacun à l'extrémité d'un triangle dont on connoîtroit deux angles et un côté. La base, qu'on a dû mesurer avec soin, et vérifier, est le côté connu d'un des triangles par où l'on doit commencer. On trouvera la valeur des angles dans le registre d'observation. Nous allons donner quelques exemples.

PREMIER EXEMPLE.

On demande les distances de Beaupré, *aux deux extrémités* A *et* B *de la base.*

(24.) Il s'agit de résoudre un triangle, dans lequel on connoît un côté et les trois angles. En effet, la base *AB* a été mesurée de 2500 mètres; de plus, on a trouvé dans les observations qui ont été faites au *point A* (6), que l'angle entre le *point B* et *Beaupré* étoit de 83° 1'; dans celles faites au point *B* (9), que l'angle entre le *point A* et *Beaupré* étoit de 51° 40' : ces deux angles font connoître que leur supplément ou l'angle que fait *Beaupré* avec les deux distances

aux *points A* et *B*, quand il n'auroit pas été observé particulièrement (18), est de 45° 19′.

Pour avoir les deux distances cherchées, 1.° celle entre *Beaupré* et le *point A*, que l'on désignera par *B′A*, on fera la proportion

sin. 45° 19′ : sin. 51° 40′ : : 2500^{m} : *B′A*,

et en prenant les logarithmes,

Logarith. *B′A* = log. 2500^{m} + log. sin. 51° 40′.
— log. sin. 45° 19′.

On achèvera l'opération ainsi qu'il suit, en employant les complémens arithmétiques; et, en ôtant une dixaine à la caractéristique de la somme, on aura le logarithme de la distance cherchée.

Log. 2500^{m}	= 3,3979400.
Log. sin. 51° 40′	= 9,8945463.
Complément arith. log. sin 45° 19′ . . .	= 0,1481279.
Somme ou log. *B′A*	= 3,4406142.

qui dans la table des logarithmes des nombres naturels répond à 2758^{m},13 à moins d'un centimètre près.

2.° Pour avoir la distance entre *Beaupré* et le *point B*, que l'on désignera par *BB′*, on fera la proportion

sin. 45° 19′ : sin. 83° 1′ : : 2500^{m} : *BB′*,

et en prenant les logarithmes,

Logarith. *BB′* = log. 2500^{m} + log. sin. 83° 1′.
— log. sin. 45° 19′.

Log. 2500	= 3,3979400.
Log. sin. 83° 1′	= 9,9967662.
Complément arith log. sin. 45° 19′ . . .	= 0,1481279.
Somme ou log. *BB′*	= 3,5428341.

qui répond à 3490^{m},07 à moins d'un centimètre près.

SECOND EXEMPLE.

On demande les distances entre Ervée *et le* point A, *et entre* Ervée *et* Beaupré.

(25.) On résoudra un triangle, dans lequel on connoît la distance entre *Beaupré* et *le point A* qui a été calculée et égale à 2758m,13; l'angle au *point A*, entre *Beaupré* et *Ervée*, composé des deux angles au même point entre *Beaupré* et *Ablon*, et entre *Ablon* et *Ervée*, le premier de 72° 20′, le second de 41° 57′ (6), ce qui donne pour l'angle, entre *Beaupré* et *Ervée*, 114° 17′.

Pour avoir l'angle à *Beaupré*, entre *Ervée* et le *point A*, on trouvera dans les observations faites à Beaupré (18), que l'angle entre *Ablon* et le *point A* a été trouvé de 80° 40′, et que l'angle entre *Ablon* et *Ervée* a été mesuré de 50° 50′; l'angle cherché étant la différence de ces deux angles, sera de 29° 50′.

De même pour avoir l'angle à *Ervée*, entre *Beaupré* et le *point A*, on verra dans les observations faites à *Ervée* (20), qu'on a trouvé pour l'angle, entre *Dienville* et *Beaupré*, 97° 38′; pour l'angle entre *Dienville* et le *point A*, 61° 45′; qu'ainsi la différence entre ces deux angles sera la valeur de l'angle cherché, égale à 35° 53′.

Puisqu'on connoît chacun des trois angles du triangle formé par le *point A*, *Ervée* et *Beaupré*, et un côté, il sera facile d'avoir les distances proposées, d'après le calcul suivant;

1.° Pour avoir la distance entre *Ervée* et le *point*

A, on fera la proportion, en désignant cette distance par *EA*,

sin. 35° 53′ : sin. 29° 50′ : : 2758^m,13 : *EA*.
Logarith. *EA* = log. 2758^m,13 + log. sin. 29° 50′
— log. sin. 35° 53′.

Log. 2758^m,13	= 3,4406142.
Log. sin. 29° 50′	= 9,6967745.
Complément arith. log. sin. 35° 53′. . . .	= 0,2320011.
Somme ou log. *EA*	= 3,3693898.

qui donne pour la distance cherchée,

$$EA = 2340^m,94;$$

2.° Pour avoir la distance de *Beaupré* à *Ervée*, qu'on désignera par *BE*, on fera la proportion

sin. 35° 53′ : sin. 114° 17′ : : 2758^m,13 : *BE*.
Log. *BE* = log. 2758^m,13 + log. sin. 114° 17′
— log. sin. 35° 53′

Log. 2758^m,13	= 3,4406142.
Log. sin. supp. 114° 17′ ou log. sin, 65° 43′.	= 9,9597676.
Complément arith. log. sin. 35° 53′ . . .	= 0,2320011.
Somme ou log. *BE*.	= 3,6323829.

qui donne pour la distance cherchée,

$$BE = 4289^m,26.$$

Ces deux exemples sont suffisans pour faire voir comment au moyen des observations des angles que l'on a faites, on parviendra à la connoissance des côtés des triangles, et comment par conséquent on déterminera les distances entre les objets que l'on a en vue de mesurer; on a joint ici un tableau contenant la résolution d'un plus grand nombre de triangles. On a donné une forme particulière à ce tableau, mais chacun pourra lui donner la disposition qui lui paroîtra la plus commode.

MODÈLE DU CALCUL

DÉSIGNATION DES OPÉRATIONS.	ANGLES MESURÉS PAR LES OBSERVATIONS.
On se propose de calculer le triangle formé par le *point B*, *Beaupré* et *Danval*; on représentera les côtés par *BB'*, *B'D*, *BD*.	Entre *Beaupré* et *Danval* . . . 48° 49'. Entre le *point B* et *Danval*. . . 31. 33. Entre le *point B* et *Beaupré* . . 99. 38. Somme des trois angles . . 180° 0. **PROPORTIONS.** Sin. 99° 38' : sin. 48° 49' : : 3490^m,07 : *B'D*. Sin. 99° 38' : sin. 31° 33' : : 3490^m,07 : *BD*.
On se propose de calculer le triangle formé par le *point B*, *Danval* et *Crenay*; on représentera les côtés par *BD*, *BC*, *DC*.	Entre *Danval* et *Crenay* . . . 33° 25'. Entre le *point B* et *Crenay*. . . 70. 52. Entre le *point B* et *Danval* . . 75. 43. Somme des trois angles . 180° 0. **PROPORTIONS.** Sin. 75° 43' : sin. 70° 52' : : 1852^m,27 : *BC*. Sin. 75° 43' : sin. 33° 25' : : 1852^m,27 : *DC*.

CALCUL DES DISTANCES.

On a trouvé $BB' = 3490^m,107$.

Pour calculer $B'D$, on aura

	Log. $3490^m,07$ . . . . . =	3,5428341.
	Log. sin. 48° 49′ . . . . . =	9,8765680.
Complément arithm.	Log. sin. 99° 38′ . . . . . =	0,0061676.
Somme ou Log. $B'D$ . . . . . =		3,4255697.
Donc $B'D$. . . . . =		$2664^m,22$.

Pour calculer BD. on aura

	Log. $3490^m,07$ . . . . . =	3,5428341.
	Log. sin. 31° 33′ . . . . . =	9,7187030.
Complément arithm.	Log. sin. 99° 38′ . . . . . =	0,0061676.
Somme ou Log. BD . . . . . =		3,2677047.
Donc BD . . . . . =		$1852^m,27$.

On a trouvé $BD = 1852^m,27$.

Pour calculer BC, on aura

	Log. $1852^m,27$ . . . . . =	3,2677044.
	Log. sin. 70° 52′ . . . . . =	9,9753208.
Complément arithm.	Log. sin. 75° 43′ . . . . . =	0,0136370.
Somme ou Log. BC . . . . . =		3,2566622.
Donc BC . . . . . =		$1805^m,77$.

Pour calculer DC, on aura

	Log. $1852^m,27$ . . . . . =	3,2677047.
	Log. sin. 53° 25′ . . . . . =	9,7409337.
Complément arithm.	Log. sin. 75° 43′ . . . . . =	0,0136370.
Somme ou Log. DC. . . . . =		3,0222754.
Donc DC . . . . . =		$1052^m,63$.

(26.) Il résulte des observations et des calculs ci-dessus, que la distance entre les *points A* et *B* mesurée, étant de 2500^{m},

Celle entre le *point A* et *Beaupré*. . . .	= 2758,13.
Celle entre le *point B* et *Beaupré*. . . .	= 3490,07.
Celle entre le *point A* et *Ervée*	= 2340,94.
Celle entre *Beaupré* et *Ervée*	= 4289,26.
Celle entre *Beaupré* et *Danval*	= 2664,22.
Celle entre le *point B* et *Danval* . . .	= 1852,27.
Celle entre le *point B* et *Crenay*	= 1805,77.
Celle entre *Danval* et *Crenay*.	= 1052,63.
etc.	

(27.) Il pourroit arriver que dans la suite des triangles qu'il s'agit de calculer, on ne connoisse que deux des trois choses nécessaires pour déterminer le triangle, soit parce qu'on a été dans l'impossibilité de mesurer certains angles, ou que dans la suite des observations on a négligé de les mesurer, alors on se trouveroit arrêté; cependant il n'en faut pas conclure qu'on ne puisse parvenir à déterminer les distances: deux exemples serviront à faire connoître la manière de se conduire dans pareille circonstance.

(28.) Supposons pour premier exemple, que dans le triangle formé par les distances de *Danval* à *Marlieu*, de *Danval* à *Crenay*, et de *Crenay* à *Marlieu*, et dans celui formé par les distances de *Crenay* à *Marlieu*, de *Crenay* à *Bressac*, et de *Bressac* à *Marlieu*, on ne connoisse dans chacun d'eux qu'un côté et l'angle opposé à ce côté, observé à *Marlieu* entre *Danval* et *Crenay*, et entre *Crenay* et *Bressac*; supposons de plus que ces trois lieux soient situés sur la même droite. Pour résoudre

chacun de ces triangles, on emploiera la méthode suivante, due à Pothenot.

Pour cela, on fera passer une circonférence de cercle par *Danval*, *Crenay* et *Marlieu*, et une autre circonférence par *Crenay*, *Bressac* et *Marlieu*, la première de ces circonférences a son centre en G, la seconde en O; dans ce moment, et par la suite, nous désignerons, pour abréger, chacun des lieux par la première lettre de leur nom; ainsi les triangles que nous avons à considérer sont DCM et MCB, ayant mené les rayons GD, GC, OC, OB, et abaissé les perpendiculaires GH, OI sur la droite DCB, on aura un triangle rectangle GHC, dans lequel on connoît, outre l'angle droit, l'angle HGC de 20° égal à l'angle DMC mesuré à *Marlieu*, et le côté $HC = 526^m,315$, demi-distance entre *Danval* et *Crenay*; ainsi en désignant par R le rayon des tables, on calculera GC par la proportion

$$\text{sin. } 20° : R :: 526^m,315 : GC,$$

dans laquelle les trois premiers termes étant connus, détermineront $GC = 1538^m,84$.

Dans le triangle rectangle OIC, on connoît l'angle COI de 57° 35′ égal à l'angle CMB observé à *Marlieu*, et le côté $CI = 902^m,885$, demi-distance entre *Crenay* et *Bressac*, et l'on calculera OC par la proportion

$$\text{sin. } 57° 35' : R :: 902^m,885 : OC,$$

qui fera connoître que $OC = 1069^m,55$.

Si maintenant on joint les centres G et O des deux cercles par la droite GO, nécessairement perpendiculaire sur la corde CM, et la divisant en deux parties égales, on aura un triangle GCO, dans lequel

on connoît les deux côtés *GC*, *OC*, et l'angle compris *GCO*, égal au supplément de la somme des deux angles *GCH*, *OCI*, parce que *Danval*, *Crenay* et *Bressac* sont situés sur la même ligne droite, et comme l'angle $GCH = 70°$, l'angle $OCI = 32°25'$; on aura $77°35'$ pour l'angle *GCO*, retranchant cet angle de deux angles droits, il restera $102°25'$ pour la somme des deux autres angles *CGO*, *COG* du triangle *GCO*, on en calculera la différence en établissant cette proportion :

La somme des deux côtés est à leur différence comme la tangente de la demi-somme des deux angles opposés à ces côtés est à la tangente de la demi-différence des mêmes angles, ou

$$2608^m,39 : 469^m,29 :: \text{tang. } 51° 12' 30'' :$$

un quatrième terme qui fera connoître que $12° 56'$ est la demi-différence de ces angles, dont la demi-somme est de $51° 12' 30''$; on trouvera alors le plus grand, en ajoutant la demi-somme à la demi-différence, et le plus petit en ôtant de la demi-somme la demi-différence, et on aura angle $COG = 64° 8' 30''$, angle $CGO = 38° 16' 30''$; doublant l'angle *CGO*, on trouvera $76° 33'$ pour l'angle *CGM*, ainsi on connoîtra dans le triangle isocèle *CGM*, les trois angles et un côté : la proportion

$$\text{sin. } 51° 43' 30'' : \text{sin. } 76° 33' :: 1538^m,84 : CM,$$

fera connoître la distance de *Crenay* à *Marlieu* qu'on trouvera de $1906^m,43$. Cette distance étant connue, il est facile d'avoir celle de *Danval* à *Marlieu*, puisque dans le triangle *CDM*, on connoît l'angle *DCM*, composé des deux angles $DCG = 70°$, et $GCM = 51° 43' 30''$, l'angle $CMD = 20°$, et les côtés *CD* et *CM*.

Pareillement on aura la distance de *Marlieu* à *Bressac*, en calculant cette distance dans le triangle *MCB*, dans lequel on connoît l'angle *MCB* formé des deux angles $MCO = 26° \ 58' \ 20''$, et $OCB = 32° \ 25'$, l'angle $CMB = 57° \ 35'$, et les côtés *CM* et *CB*; au moyen de quoi, les distances de *Crenay* à *Marlieu*, et de *Marlieu* à *Bressac* seront connues.

REMARQUE.

Il arrive très-rarement que les objets, à l'égard desquels il en faut calculer un autre, se trouvent sur la même ligne comme *Danval*, *Crenay* et *Bressac*; mais il y a trois cas que l'on rencontre communément, qui sont :

1.° Lorsque l'angle, fait par des distances déterminées, est saillant à l'égard du lieu indéterminé, comme l'angle formé par la distance de *Crenay* à *Bressac*, et par la distance de *Bressac à Marlieu*, par rapport à *Marlieu*;

2.° Lorsque cet angle est rentrant à l'égard d'un lieu indéterminé, comme l'angle formé par la distance du point *B* à *Bressac*, et de *Bressac* à *Matau*;

3.° Enfin que le lieu indéterminé peut être situé dans l'espace renfermé entre des distances connues, ainsi que *Cailly* qui se trouve entre les distances de *Brienne* à *Ervée*, de *Brienne* à *Dreuil* ou à *Boissy*, et de *Dreuil* à *Ervée* ou à *Ablon*.

(29.) Supposons pour second exemple, que le lieu indéterminé est *Cailly*, situé dans l'espace renfermé par les distances connues de *Brienne* à *Ervée*, et de *Brienne* à *Dreuil*, et qu'il s'agisse de déterminer celles de *Cailly* à *Ervée* et de *Cailly* à *Dreuil*, en connoissant les angles observés à *Cailly* entre *Brienne* et *Ervée*, et entre *Brienne* et *Dreuil*.

Faisons passer une circonférence de cercle par *Brienne*, *Ervée* et *Cailly*, et une autre par *Brienne*, *Dreuil* et *Cailly*; la première a son centre en *K*, la seconde en *L*. Les triangles que nous avons à résoudre, sont *BCE* et *BCD*, dans chacun desquels on connoît un côté, et l'angle opposé à ce côté. Ayant mené les rayons *KB*, *KE*, *LB*, *LD*, abaissé les perpendiculaires *KM*, *LN*, et tiré les droites *BE*, *BD*, on aura deux triangles isocèles *BKE*, *BLD*; dans le triangle rectangle *KBM*, on connoît l'angle droit, l'angle *BKM*, supplément de l'angle *BKR*, égal à l'angle *BCE* mesuré à *Cailly*, et le côté *BM* égal à la demi-distance de *Brienne* à *Ervée*; on calculera le rayon *BK*, au moyen de la proportion

$$\text{sin. } BKM : R :: BM : BK.$$

Dans le triangle rectangle *BLN*, on connoît l'angle droit, l'angle *BLN* supplément de l'angle *BLS* égal à l'angle *BCD* mesuré à *Cailly*, et le côté *BN* égal à la demi-distance de *Brienne* à *Dreuil*; on calculera de même le rayon *BL* par la proportion

$$\text{sin. } BLN : R :: BN : BL.$$

Connoissant chacun de ces rayons, on trouvera l'angle *LBK*, en ajoutant à l'angle *EBD*, mesuré à *Brienne*, entre *Ervée* et *Dreuil*, la somme des deux angles connus *KBM*, *LBN*, et joignant, comme dans l'exemple précédent, les deux centres *L* et *K*, par une droite *LK*, on aura un triangle *LBK*, dans lequel on connoît les deux côtés *BK*, *BL*, et l'angle compris *LBK*; on calculera chacun des angles *BKL*, *BLK*, et joignant *KC*, on aura un triangle isocèle *BKC*, dans lequel on connoît ses trois angles et deux côtés *KB*, *KC*, ainsi on calculera *BC*; alors dans chacun

des

des triangles *BCD*, *BCE*, on connoîtra un angle et deux côtés; par conséquent, on aura tout ce qu'il faut pour déterminer les distances entre *Cailly* et *Ervée*, entre *Cailly* et *Dreuil*, et entre *Ervée* et *Dreuil*, en remarquant que les angles *BKL*, *BEC* sont égaux; on auroit aussi pu calculer *BC* et *EC* dans le triangle *BEC*, dans lequel on connoît deux angles et un côté.

D'après ce qui est exposé ci-dessus, il sera facile de se conduire de la même manière dans les différentes circonstances où l'on se trouvera.

(30.) Dans le nombre de triangles que l'on doit calculer pour faire la carte d'un pays, il se rencontre souvent des difficultés qui, pour la plupart, ne sont qu'apparentes, et qu'on levera facilement en se conduisant comme dans les exemples suivans:

PREMIER PROBLÊME.

(31.) Supposons premièrement que l'on a un triangle *ABC* (*fig.* 3) qu'il s'agit de déterminer, ne connoissant que le côté *AB* et l'angle *ABC*, ne pouvant d'ailleurs observer aucuns des autres angles, parce que dans la direction de *CA*, il y a un bois ou tout autre obstacle qui empêche de voir ces points; on suppose de plus qu'on ne peut mesurer la longueur totale du côté *CB*.

SOLUTION.

On mesurera dans la direction *CB*, ou sur son prolongement, la plus grande longueur *CD* qu'il sera possible, jusqu'à ce que du point *D*, on voie l'objet *A*; alors on observera en *B* l'angle *DBA*, et en *D* l'angle *ADB*, ainsi on connoîtra dans le triangle

ADB, un côté et deux angles; on calculera *DB*, auquel ajoutant ou retranchant *CD* qui a été mesuré, donnera le côté *CB;* et comme l'angle *ABC* est connu par hypothèse, on résoudra facilement le triangle *ABC*, dans lequel on connoît deux côtés *AB*, *BC* et l'angle *ABC* qu'ils comprennent.

(32.) Si l'on n'avoit pu mesurer *CD*, ni sur *CB*, ni sur son prolongement, ou qu'on ne puisse s'étendre dans la direction de *CB;* alors on mesurera, suivant une direction quelconque, une droite *CE* à droite ou à gauche du point *C;* on observera au point *B* la valeur des angles *CBE*, *EBA*, et au point *E* les angles *AEB*, *AEC*; ces angles et le côté *AB*, étant connus, on trouvera aisément la ligne *BE*, ensuite la ligne *BC*, et on déterminera le triangle *ABC*, comme ci-dessus. De cette manière *CB* est lié aux triangles qui auront précédés, et on pourra se servir de cette base pour la suite des opérations.

DEUXIÈME PROBLÊME.

(33.) Supposons secondement une distance *AB* connue (*fig.* 4) des extrémités de laquelle on ne puisse observer ce qu'il faut pour connoître la droite *CD*, dont on a besoin pour former une suite de triangles, tenant à ceux qui ont fait connoître *AB* : supposons de plus qu'il est impossible de mesurer *CD*, en tout ou en partie, non plus qu'aucune longueur dont *C* ou *D* soit une des extrémités, mais seulement qu'on puisse observer au point *C* les angles *ACB*, *BCD*, et au point *D* les angles *CDA*, *ADB*.

SOLUTION.

Puisqu'on ne peut mesurer la ligne *CD*, on peut

au moins lui supposer une longueur quelconque; quelle que soit cette longueur, elle ne changera pas la valeur des angles observés à ses extrémités *C* et *D*; ainsi les angles restant les mêmes, les côtés des triangles qui résulteront de l'étendue supposée à la ligne *CD*, seront proportionnels aux côtés homologues des triangles que donneroit la véritable longueur de cette ligne, puisque ces triangles sont semblables.

Cela posé, après avoir observé en *C* les angles *ACB*, *BCD*, et en *D* les angles *CDA*, *ADB*; on connoîtra, 1.° dans le triangle *ACD*, deux angles et un côté supposé, ainsi on pourra calculer les droites *CA*, *DA*, relatives à la longueur supposée au côté *CD*; 2.° on connoît pareillement dans le triangle *BDC*, deux angles et le côté *CD*, ainsi on trouvera les deux côtés *CB*, *DB*; 3.° enfin dans le triangle *ADB*, on connoît les deux côtés *DA*, *DB* et l'angle compris, au moyen de quoi on calculera *AB*, mais qui ne sera aussi que relative à la mesure supposée à *CD*; maintenant pour avoir les vraies distances, on établira les proportions

AB supposé :	*AB* vrai : :	*CD* supposé :	*CD* vrai.
	: :	*AC*	: *AC*.
	: :	*AD*	: *AD*.
	: :	*BD*	: *BD*
	: :	*BC*	: *BC*.

Remarque sur la manière de rapporter les triangles, dont les côtés sont connus par le calcul.

(34.) Quand on connoît la longueur des trois côtés d'un triangle, il est possible d'en rapporter la figure; cependant lorsqu'on opère sur le papier, il arrive quelquefois qu'on rencontre de la difficulté à donner

à une ligne fort longue, autant de mesure de l'échelle de la carte qu'on en a trouvé par le calcul, pour son exacte longueur sur le terrain; d'ailleurs quelques soins qu'on apporte au tracé, on n'a pas toujours des sections assez nettes, surtout quand deux côtés d'un triangle forment un angle qui a peu d'ouverture.

On évitera infailliblement les erreurs dont ces deux inconvéniens seroient la cause, en déterminant par le calcul, la distance de chaque objet d'un pays à une ligne droite *TV* (*fig.* 5), qui passeroit par un point déterminé, et en calculant aussi leur distance à une autre ligne droite *XY*, perpendiculaire sur la première, et qui passera par le même point; il est naturel que cette ligne soit une *méridienne*, passant par la ville capitale du pays, afin que la carte soit orientée.

CHAPITRE V

Rapporter des objets à l'égard d'une méridienne et de sa perpendiculaire.

(35.) D'après la manière ordinaire de s'orienter, tous les objets placés à la droite de la méridienne *TV* (*fig.* 5) sont *à son orient;* et tous les objets, situés à sa gauche, seront *à son occident:* tous les objets au-dessus de la perpendiculaire *XY*, seront *au nord* de cette ligne; tandis que ceux qui sont au-dessous de cette perpendiculaire, seront *à son midi.*

D'où il résulte, 1.° que tous les objets qui se trouveront dans l'angle droit *TBY*, seront à l'orient de la méridienne *TV*, et au nord de la perpendiculaire *XY;*

2.° Que tous les objets qui se trouveront dans

l'angle droit *TBX*, seront à l'occident de la méridienne *TV*, et au nord de la perpendiculaire *XY*;

3.° Que tous les objets qui se trouveront dans l'angle droit *XBV*, seront à l'occident de la méridienne *TV*, et au midi de la perpendiculaire *XY*;

4.° Enfin que tous les objets qui se trouveront dans l'angle droit *VBY*, seront à l'orient de la méridienne et au midi de la perpendiculaire.

On fera voir en premier lieu comment on parviendra à connoître dans lequel de ces quatre angles droits seront placés chacun des différens objets du pays supposé, et ensuite les moyens d'arriver, par le calcul, à connoître la distance de chacun de ces objets, à la méridienne passant par *Beaupré*, et à sa perpendiculaire passant aussi par le même lieu, que l'on regardera comme la capitale du pays.

Afin de calculer la distance des différens objets d'un pays à une méridienne, il faut ou connoître l'angle que fait cette méridienne avec le rayon visuel dirigé du lieu par où elle passe sur un autre lieu, ou observer la valeur de cet angle. La direction d'une méridienne peut se trouver de plusieurs manières; en voici deux.

Moyens d'observer la direction d'une méridienne.

(36.) Pour avoir la direction d'une méridienne, il faut se servir de l'étoile polaire et de la ceinture de Cassiopée, ou de l'étoile polaire et de la troisième étoile de la queue de la grande Ourse, la plus proche du quadrilatère qui fait partie de cette constellation: quand cette étoile est prête à passer sur la droite du plan vertical, où se trouve alors l'étoile polaire, on prend l'ouverture de l'angle qu'elle fait avec ce plan vertical et un rayon visuel dirigé et fixé sur un objet

choisi. Cette ouverture d'angle donne la direction du plan du méridien, ou de la méridienne, qui passe par le lieu d'observation. Cette observation ne pouvant se faire que dans de longues nuits, où l'on voit la grande Ourse passer sous l'étoile polaire, voici un autre moyen d'avoir la direction d'une méridienne.

(37.) Pour déterminer l'angle que fait la méridienne d'un lieu avec une ligne passant par un autre endroit, on observera le même jour, et pour plus de sûreté plusieurs jours de suite, l'angle entre l'arrivée et le départ du soleil sur l'horizon; on observera aussi l'ouverture entre un des côtés de cet angle et un objet fort éloigné, la moitié du premier angle, plus ou moins le second angle, donnera l'angle à l'orient, ou à l'occident, entre la méridienne et l'objet qu'on aura choisi.

Supposons, par exemple, qu'étant à *Beaupré* pour y observer la direction de sa méridienne, on a trouvé entre le lever et le coucher du soleil, un arc de 156° 40′ vers le nord; et qu'en dedans de cet arc, on a trouvé entre le coucher du soleil et *Ervée*, 46° 20′: l'angle à *Beaupré*, entre sa méridienne et *Ervée*, sera de 32°; car, puisque entre les deux points horizontaux, il y a 156° 40′, la méridienne de *Beaupré*, qui partage cet angle en deux parties égales, passera à 78° 20′ de chaque point d'où l'on a aperçu le bord du soleil sur l'horizon; et l'angle, entre le coucher du soleil et *Ervée*, étant de 46° 20′, et en dedans de l'angle qui s'appuie sur les deux extrémités de l'arc solaire, l'angle à *Beaupré*, entre la direction de sa méridienne et *Ervée*, sera égal à la différence de ces deux derniers arcs; c'est-à-dire, à 32° au nord de *Beaupré*, et à l'occident de sa méridienne.

(38.) Si l'horizon n'est pas aussi découvert et aussi égal qu'on le suppose ici, il faut avoir deux instrumens, placés fort près l'un de l'autre; on se servira de l'un pour voir le soleil à deux points également élevés au-dessus de l'horizon, et de l'autre pour observer l'angle entre ces deux hauteurs égales, et aussi l'angle entre l'une de ces élévations et l'objet qu'on aura choisi pour l'extrémité du rayon visuel, qui doit faire connoître la direction de la méridienne.

Moyen de déterminer la distance de chaque objet d'un pays à une méridienne et à sa perpendiculaire.

(39.) Pour déterminer la distance de chaque lieu d'un pays à une méridienne et à sa perpendiculaire, il faut;

1.° Avoir recours à la station qu'on aura faite au lieu où l'on aura aussi observé la direction d'une méridienne, pour y trouver l'angle que fait cette méridienne avec chacune des distances immédiates de ce lieu d'observation aux autres objets;

2.° On suppose ensuite que la méridienne est transportée à un lieu qui tient immédiatement à celui où elle a été observée; on consulte l'observation qu'on a faite en cet endroit, pour y trouver la valeur des angles faits par cette nouvelle méridienne et par chacun des rayons visuels et connus, dirigés de ce second endroit sur les objets qui y sont liés par des distances immédiates.

3.° On imagine ensuite que la méridienne a été successivement transportée à des endroits qui tiennent à ces premiers lieux, et liés les uns aux autres immédiatement; on consulte pareillement l'observa-

tion qu'on a faite à chacun de ces lieux, afin d'y connoître l'angle que fait la méridienne qu'on y suppose, avec chacun des rayons visuels et connus. Ceci s'entendra mieux par les exemples suivans :

Pour connoître de combien *Ervée*, *Danval* et *Crenay* (*fig.* 2) sont chacun éloignés de la méridienne de *Beaupré* et de sa perpendiculaire *XY*, il faut considérer :

1.° Qu'ayant abaissé d'*Ervée* (*fig.* 5) des perpendiculaires *EC*, *ED* sur la méridienne et sur sa perpendiculaire, on aura deux triangles rectangles *ECB*, *EDB*, dont la distance connue d'*Ervée* à *Beaupré* est l'hypothénuse, et dans chacun desquels on connoît l'angle droit et l'angle *EBC*, trouvé (37) de 32°; ainsi pour avoir la distance qu'il y a d'*Ervée* à la partie septentrionale de la méridienne *TV* passant par *Beaupré*, on fera la proportion

$$R : \sin. EBC :: EB : EC,$$

l'angle *EBC* étant de 32°, et *EB* de $4289^m,26$, on trouvera $EC = 2272^m,96$.

Pour avoir la distance d'*Ervée* à la perpendiculaire *XY* de la méridienne passant par *Beaupré*, on fera la proportion

$$R : \cos. EBC :: EB : ED,$$

Or, l'angle $EBC = 32°$, $EB = 4289^m,26$, donc $ED = 3637^m,50$.

L'angle à *Beaupré*, entre sa méridienne et *Ervée*, étant moindre qu'un droit, *Ervée* est nécessairement au nord de la perpendiculaire *XY*.

Les deux proportions ci-dessus font donc connoître qu'*Ervée* est à 2272,96 mètres à l'occident de la mé-

ridienne, et à 3637,50 mètres au nord de sa perpendiculaire.

2.° Pour avoir les distances de *Danval* à la méridienne *TV* et à sa perpendiculaire *XY*, l'une et l'autre passant par *Beaupré* (*fig.* 5); on remarquera que les distances dont il s'agit, forment un angle droit qui appartient à un triangle rectangle dont la distance de *Beaupré* à *Danval* est l'hypothénuse; mais pour déterminer ces deux distances, il faut connoître l'angle *TBD* que fait la méridienne de *Beaupré* avec le rayon visuel dirigé sur *Danval*. Or, dans l'observation faite à *Beaupré* (18, *quatrième observation*), on a trouvé que l'angle, entre *Ervée* et le *point A*, étoit de 29° 50′, et dans la première observation que l'angle, entre le *point A* et *Danval*, étoit de 76° 52′; donc l'angle à *Beaupré* entre *Ervée* et *Danval*, est de 106° 42′, mais, entre *Ervée* et la méridienne de *Beaupré*, il y a 32° à l'occident; par conséquent il restera à l'orient, entre la partie septentrionale de la méridienne, passant par *Beaupré* et le rayon visuel dirigé sur *Danval*, un angle *FBD* de 74° 42′.

Cet angle étant connu, on aura les deux distances cherchées *DF*, *DE*, au moyen des deux proportions,

$$R : \sin. FBD :: BD : DF,$$
$$R : \cos. FBD :: BD : DE.$$

Or, l'angle $FBD = 74° 42'$, $BD = 2664^m,22$, donc $DF = 2569^m,79$, et $DE = 703^m,01$; et comme l'angle à *Beaupré*, entre la partie septentrionale de sa méridienne et *Danval* est moindre qu'un droit, il est évident que *Danval* est au nord de la perpendiculaire *XY*.

3.° Pour savoir de combien *Crenay*, qui ne tient point immédiatement à *Beaupré*, est éloigné de la

méridienne passant par ce lieu et de sa perpendiculaire; il faut d'abord supposer passer par *Danval* une méridienne *MN* (*fig.* 5) et sa perpendiculaire *PO*, et considérer que l'angle à l'orient de *Beaupré*, entre la partie septentrionale de sa méridienne et *Danval* étant de 74° 42′, l'angle à *Danval* entr la partie septentrionale de sa méridienne *MN* et *Beaupré* sera de 105° 18′, et à l'occident de la méridienne *MN*.

Si maintenant on consulte la première et la seconde observation faites à *Danval* (17), on y trouvera que l'angle mesuré en ce lieu, entre *Beaupré* et le *point B*, est de 99° 38′; et que l'angle au même lieu, entre le *point B* et *Crenay*, est de 70° 52′: ces deux angles font ensemble 170° 30′, d'où ôtant 105° 18′, il restera à l'orient de la méridienne, passant par *Danval*, 65° 12′ pour l'angle *GDC* qu'elle fait avec la distance de *Danval* à *Crenay*.

Cet angle étant connu, ainsi que la distance de *Danval* à *Crenay*, qui est de $1052_{m},63$, on aura la distance de *Crenay* à la méridienne *MN*, passant par *Danval* et à la perpendiculaire *PO*, en se conduisant comme ci-dessus à l'égard d'*Ervée* et de *Danval*, par rapport à la méridienne de *Beaupré*, et en établissant ces deux proportions,

$$R : \sin. GDC :: DC : CG,$$
$$R : \cos. GDC :: DC : CH,$$

achevant le calcul, on trouvera $CG = 955_{m},55$, $CH = 441^{m},52$, et comme l'angle *GDC* est moindre qu'un droit, *Crenay* est donc situé à l'orient de la méridienne *MN*, et au nord de sa perpendiculaire *PO*.

On remarquera, 1.° que puisque *Crenay* est à l'orient de *Danval*, et *Danval* à l'orient de *Beaupré*;

si à la distance de 2569,79 mètres qu'il y a de *Danval* à la méridienne de *Beaupré*, on ajoute 955,55 mètres distance de *Crenay* à la méridienne de *Danval*, on aura 3525,34 mètres pour la distance de *Crenay* à la méridienne *TV* passant par *Beaupré*;

2.° De même, puisque *Crenay* est au nord de la perpendiculaire *PO*, et que *Danval* est au nord de la perpendiculaire *XY*; si à 703,01 mètres qu'on a trouvés pour la distance de *Danval* à la perpendiculaire *XY*, on ajoute 441,52 mètres qu'on vient de trouver pour la distance de *Crenay* à la perpendiculaire *MN*, on aura 1144,53 mètres pour la distance dont *Crenay* est éloigné de la perpendiculaire *XY*, sur la méridienne de *Beaupré*.

C'est de cette manière que l'on trouvera les distances de chaque lieu de la carte à la méridienne et à la perpendiculaire de la capitale d'un pays, soit que ces lieux tiennent immédiatement à cette capitale, ou qu'ils en soient éloignés, et qu'on ne puisse les y rapporter qu'au moyen de nouvelles méridiennes supposées, dont on fera les rapprochemens comme on a fait dans les exemples ci-dessus.

(40.) De toutes les distances mesurées ci-dessus, il résulte le tableau suivant.

NOMS DES LIEUX dont on cherche la distance à une méridienne et à sa perpendiculaire.	DISTANCE DE CES LIEUX. à la méridienne de *Beaupré*.	à la perpendiculaire de *Beaupré*.
	mètres.	mètres.
Ervée	2272,96 occ.	3637,50 nord.
Danval	2569,79 or.	703,01 nord.
Dreuil	3130,39 occ.	1096,25 midi.
Achères.	1463,84 or.	2057,32 midi.
Crenay	3525,24 or.	1144,44 nord.
Marlieu	4996,46 or.	168,63 nord.
Brienne	4300,02 occ.	2651,75 nord.
Cailly	3622,85 occ.	2311,57 nord.

Usage des distances à la méridienne et à sa perpendiculaire pour dresser le canevas d'une carte.

(41.) Quelque soin qu'on ait apporté dans la mesure des angles sur le terrain, lorsqu'on veut fixer sur le papier les principaux points d'une carte, il est encore d'autres erreurs qu'il est bon d'éviter. Il ne faut employer le rapporteur que le moins qu'il est possible pour rapporter les angles, et se servir toujours d'une échelle de parties égales pour déterminer les angles des triangles, par le nombre de parties égales comprises dans les côtés qui les renferment. Encore, quoique cette méthode soit infiniment plus exacte que la première, il arrive souvent que les côtés des triangles se coupant trop obliquement, l'er-

reur insensible sur les premières opérations se multipliant continuellement, devient à la fin considérable, et tendroit à défigurer totalement la position respective des objets. Pour éviter tous ces inconvéniens, on a imaginé de rapporter la position de chaque point à une méridienne et à une perpendiculaire à celle-ci. Supposons, pour faire usage de la table précédente, que l'on veut avoir le canevas de la carte supposée par le moyen des distances de chaque lieu à la méridienne de *Beaupré* et à sa perpendiculaire;

1.° On tracera sur le papier une ligne droite *AB* (*fig.* 6), sur laquelle on abaissera une perpendiculaire *CD*, la ligne *CD* représentera la méridienne de *Beaupré* et l'autre droite *AB* sera sa perpendiculaire, leur point commun désignera le lieu de *Beaupré*;

2.° De 500 mètres en 500 mètres, ou de 1000 mètres en 1000 mètres, on mènera, tant à droite qu'à gauche, des parallèles à la méridienne *CD*, et aussi à sa perpendiculaire *AB*;

3.° On cotera ces différentes parallèles par les numéros qui marqueront leur distance de la méridienne *CD*, soit à l'orient, soit à l'occident, et leur distance tant au nord qu'au midi de la perpendiculaire *AB*; cela posé, il sera facile d'établir les points fondamentaux de la carte.

Par exemple, supposons que sur ce papier, ainsi divisé en carreaux, on veuille placer *Ervée*, *Danval* et *Dreuil*.

On voit dans la table qu'*Ervée* est à 2272^{m},96 à l'occident de la méridienne de *Beaupré*, et à 3637^{m},50 au nord de sa perpendiculaire. Suivons donc à l'occident de la méridienne *CD* sa parallèle cotée 2000, jusqu'à ce que nous arrivions, en remontant vers le

nord sur la parallèle à sa perpendiculaire cotée 3000, et nous trouverons l'angle du carreau où doit être *Ervée*. Alors, si sur la gauche de la ligne cotée 2000 et à 272^{m},96 de distance, on lui mène une parallèle, et qu'on y porte, depuis la ligne cotée 3000, 637^{m},50, on aura dans ce carreau le lieu d'*Ervée* placée exactement à sa distance 2272^{m},96 de la méridienne de *Beaupré* et à 3637^{m},50 de sa perpendiculaire.

On voit dans la table, que *Danval* est à 2569^{m},69 à l'orient de la méridienne de *Beaupré*, et à 703^{m},01 au nord de sa perpendiculaire; il faut donc avancer à l'orient de *Beaupré*, jusqu'à la parallèle à sa méridienne cotée 2000, et dans le carreau suivant, à 569^{m},69 lui mener une parallèle, sur laquelle, depuis la perpendiculaire *AB*, on portera 703^{m},01; alors, on aura *Danval* placé exactement à 2569^{m},69 à l'orient de la méridienne de *Beaupré*, et à 703^{m},01 au nord de sa perpendiculaire.

Ces exemples sont suffisans pour faire voir comment on placera sur le papier tous les objets de la carte supposée, selon la distance de chacun à la méridienne de *Beaupré* et à sa perpendiculaire.

CHAPITRE VI.

Réduction des angles à l'horizon.

(42.) Quand on observe dans les édifices, il est rare de n'être pas obligé de se placer à leur fenêtre, afin d'apercevoir les objets : dans ce cas, les sommets des angles ne sont plus ni à l'horizon, ni au centre du lieu d'observation; quoique la différence soit fort peu considérable, il est à propos, pour plus

grande exactitude, de réduire les angles observés, d'abord à l'horizon et ensuite au centre de la station.

PROBLÊME.

(43.) Deux objets *A* et *B* (*fig.* 7), tellement situés à l'égard du point *C*, que l'un se trouve au-dessus de l'horizon *CD* de la quantité *AD*, perpendiculaire à *CD*, et l'autre au-dessous de l'horizon *CE* de la quantité *EB*, perpendiculaire à *CE;* pour avoir sur un plan la vraie position des objets *A* et *B*, à l'égard du point *C*, on voit qu'il faut réduire l'angle *ACB*, pris dans le plan des objets, à l'angle *DCE* situé sur le plan de l'horizon.

SOLUTION.

Du point *C*, menons *CO* d'une longueur indéterminée, perpendiculaire aux horizontales *CD*, *CE*, ou perpendiculaire au plan *DCE;* de ce point, comme centre et d'un rayon égal à *CO*, décrivons les arcs *OIG*, *OFH* et *FG*, joignons les points *I* et *H* par l'arc *HI:* D'après cette construction, on a un triangle sphérique *OIH*, dans lequel on connoît les trois côtés; car *IH* est la mesure de l'angle *ACB* dans le plan des objets, *OI* est la mesure de l'angle *ACO*, c'est-à-dire, la distance de l'objet *A* au zénith *O;* enfin *OH* est la mesure de l'angle *BCO*, ou la distance de l'objet *B*, au zénith; et puisque les points *F* et *G* sont dans le plan de l'horizon, il est évident que les arcs *OF*, *OG* seront chacun de 90 degrés, et que l'arc *FG* sera tout à la fois la mesure de l'angle à l'horizon *GCF* et de l'angle sphérique *GOF;* ainsi la solution du problême se réduit à trouver l'angle *O* du triangle *IOH*, lorsqu'on connoît les trois côtés.

Pour trouver cet angle, on a (*Géométrie de* Legendre, 1.er cas de la résolution des triangles sphériques en général),

$$\sin \tfrac{1}{2} O = R \sqrt{\frac{\sin.\tfrac{1}{2}(HI + OH - OI)\sin.\tfrac{1}{2}(HI + OI - OH)}{\sin. OH . \sin. OI}}.$$

Si dans cette formule, on fait pour abréger,

le rayon . . . . . = 1,
la mesure de l'angle observé ACB ou HI . . . . = a,
la distance de l'objet B au zénith O ou OH. . . . = b,
la distance de l'objet A au zénith O ou OI. . . . = c,

elle deviendra

$$\sin. \tfrac{1}{2} O = \sqrt{\frac{\sin. \tfrac{1}{2}[a + (b - c)] . \sin. \tfrac{1}{2}[a - (b - c)]}{\sin. b . \sin. c.}}$$

Application de cette formule à un exemple, soient

$$a = 61^\circ\ 9'\ 27'',3,$$
$$b = 91.\ 32.\ 45$$
$$c = 91.\ 25.\ 51.$$

on aura

$$b - c = 0^\circ\ 6'\ 54'',$$
$$a + (b - c) = 61.\ 16.\ 21,3,$$
$$a - (b - c) = 61.\ 2.\ 33,3,$$
$$\tfrac{1}{2}[a + (b - c)] = 30.\ 38.\ 10,65,$$
$$\tfrac{1}{2}[a + (b - c)] = 30.\ 31.\ 16,65;$$
$$\text{Log. sin. } \tfrac{1}{2}[a + (b - c)] = 9,7072179.$$
$$\text{Log. sin. } \tfrac{1}{2}[a - (b - c)] = 9,7057427.$$
$$\text{Compl. log. sin. } b. \ldots\ldots = 0,0001581.$$
$$\text{Compl. log. sin. } c \ldots\ldots = 0,0001356.$$

$$\text{Log. } (\sin. \tfrac{1}{2} O)^2. \ldots\ldots = 19,4132543.$$
$$\text{Log. sin. } \tfrac{1}{2} O \ldots\ldots = 9,7066271.$$

qui répond à 30° 35′ 24″,9; donc l'angle ICH réduit à l'horizon, ou l'angle $DCE = 61^\circ\ 10'\ 49'',18$.

CHAPITRE

CHAPITRE VII.

Réduction des angles au centre de la station.

(44.) La démonstration suivante de la réduction des angles au centre de la station, est entièrement due à M. Delambre, secrétaire perpétuel de la classe des Sciences physique et mathématique de l'Institut impérial, trésorier de l'Université, etc.

Les observations ont été faites avec un cercle répétiteur à deux lunettes, dont on trouvera la description ci-après.

La réduction des angles au centre de la station, est employée dans le cas où il est impossible de placer le cercle au centre de la station; les angles observés ont besoin d'une correction qu'on trouvera facilement au moyen des formules suivantes, qui sont aussi simples que générales.

Problême.

(45.) Supposons qu'ayant à observer l'angle ACB (*fig.* 8), on ait été forcé par quelque obstacle de se placer en O, d'où, voyant les deux objets A et B, on a observé l'angle AOB; on demande la correction qu'il faut appliquer à l'angle AOB, pour avoir l'angle ACB au centre de la station.

Solution.

L'angle AIB extérieur au triangle $BIC = ACB + CBO$,

d'où $ACB = AIB - CBO$;

l'angle AIB extérieur au triangle $AIO = AOB + OAC$,

donc $ACB = AOB + OAC - CBO$.

Le triangle ACO, donne

$$\sin. OAC : \sin. AOC :: OC : AC,$$

d'où

$$\sin. OAC = \frac{OC \sin. AOC}{AC};$$

le triangle CBO, donne

$$\sin. CBO : \sin. BOC :: OC : BC,$$

d'où

$$\sin. CBO = \frac{OC \sin. BOC}{BC};$$

substituant, on aura

$$ACB = AOB + \frac{OC \sin. AOC}{AC} - \frac{OC \sin. BOC}{BC}$$

Faisons, pour abréger,

angle ACB. . . . . $= C$,
angle AOB . . . . . $= O$,
OC . . . . . $= r$,
la distance AC de l'objet à droite . . . . . $= D$,
celle BC de l'objet à gauche . . . . . $= G$,
l'angle BOC, entre l'objet à gauche et la direction au centre. . . . . $= y$,

alors

$$AOC = AOB = BOC + O + y,$$

substituant, on trouvera

$$C = O + \frac{r \sin. (O + y)}{D} - \frac{r \sin. y}{G}.$$

Cette formule est générale, elle dispense de toute figure; il suffit simplement d'avoir égard aux signes de sin. $(O+y)$ et de sin. y.

Ainsi le premier terme de la réduction sera positif, tant que l'angle $O+y$ sera moindre que deux angles droits; il deviendra négatif, si $O+y$ surpasse deux angles droits.

Le second terme sera négatif, tant que y sera au-dessous de deux angles droits; il deviendra positif, quand y surpassera deux angles droits.

Il faut que la distance CO ou r, soit exprimée en parties semblables à celle des distances D et G; c'est-à-dire, en mètres ou parties de mètres, selon que D et G seront données en mètres ou parties de mètres. Alors, la réduction calculée par la formule ci-dessus, sera exprimée en parties du rayon; mais c'est en secondes qu'il faut la connoître; et, pour y parvenir, on multipliera les deux termes de la correction par l'arc égal au rayon, par 57° 17′ 44″,8; ou, ce qui est plus simple, on les divisera par le sinus de 1″. Représentons par q le sinus de 1″, et par R la réduction au centre, ou $C - O$, on aura

$$R = \frac{r \cdot \sin. (O + y)}{q \cdot D} - \frac{r \cdot \sin. y}{q \cdot G} \cdots\cdots (1).$$

Quand on mesure l'angle AOB, la lunette supérieure se trouve dirigée vers l'objet B à gauche, et la lunette inférieure vers l'objet A à droite; celle-ci restant fixe sur A, si l'on fait mouvoir la lunette supérieure de droite à gauche, jusqu'à ce qu'elle soit pointé sur C, le chemin qu'elle aura parcouru sur le limbe sera la mesure de l'angle $BOC = y$.

(46.) Il arrivera presque toujours que le centre C de la station sera trop voisin pour qu'on puisse le voir dans la lunette. Pour remédier à cet inconvénient, on marquera, sur la partie la plus élevée du tube de la lunette, deux points, l'un vers l'objectif, l'autre vers l'oculaire, et qui soient dans une ligne parallèle à l'axe optique de la lunette; on fera mouvoir la lunette jusqu'à ce que ces deux points s'alignent au centre, ce que l'on obtiendra, soit en bornoyant,

soit en tendant un fil de l'oculaire au centre de la station, en sorte qu'il couvre les deux points marqués sur le tube.

Pour avoir l'angle y avec précision, il convient de répéter plusieurs fois cette observation qui n'est pas très-exacte, mais qui est suffisante. On mesurera de même la distance CO, avec toute la précision que les circonstances permettront, surtout si les objets qu'on observe ne sont pas très-éloignés.

APPLICATION de la formule à un exemple.

Soient

$D = 4510^m$; $G = 4730^m$; $r = 3^m,96$;
$O = 33° \ 58' \ 37'',43$; $y = 232° \ 55'$;
$O + y = 266° \ 53' \ 37'',43$.

TYPE DU CALCUL.

Premier terme de la réduction, ou $\frac{r \sin. (O+y)}{q \cdot D}$,

Log. r = log. $3^m,96$	= 0,5976952.
Log. sin. $(O+y)$ = log. sin. 266° 53′ 37″,43.	= 9,9993612.
Complément log. sin. 1″.	= 5,3144251.
Complément log. D = compl. log. 4510^m . .	= 6,3458235.
Somme ou log. du terme cherché.	2,2573050.

qui répond à 180″,84, et qui doit être négatif, parce que $O+y$ surpasse 180°.

Second terme, ou $\frac{r \sin. y}{q \cdot G}$.

Log. r = log. $3^m,96$.	= 0,5976952.
Log. sin. y = log. 232° 55′.	= 9,9018719.
Complément log. sin. 1″.	= 5,3144251.
Complément log. G = compl. log. 4730^m .	= 6,3251389.
Somme ou log. du terme cherché.	2,1391311.

qui répond à 137″,76, et qui doit aussi être négatif, y étant plus grand que 180°; donc

$$R = -180'',84 + 137'',76 = -43'',08.$$

Ainsi il faut de l'angle observé au point O, soustraire 43″,08 pour avoir l'angle BCA, ce qui réduit l'angle O à 33° 57′ 54″,35.

(47.) La formule (1), n'est autre chose que la méthode ordinaire présentée sous une forme générale, et qui dispense le calculateur et l'observateur de l'embarras des figures, ou de l'énonciation de tous les cas qui peuvent arriver suivant les diverses positions du point O, par rapport au centre C. Voici une méthode plus courte, en ce qu'elle donne la réduction en un seule terme.

(48.) Par les trois sommets du triangle, faisant passer le cercle ACB, et par le point P ou BO couper le cercle, menant les cordes CP et AP, on aura $ACB = APB$, mais l'angle APB extérieur au triangle $APO = AOB + OAP$; le triangle AOP donne

$$\text{sin. } OAP : \text{sin. } AOB :: OP : AP,$$

d'où $\text{sin. } OAP = \dfrac{OP \,.\, \text{sin. } AOB}{AP}$,

et angle $OAP = \dfrac{OP \,.\, \text{sin. } AOB}{q \,.\, AP}$,

donc $C = O + \dfrac{OP \,.\, \text{sin. } O}{q \,.\, AP}$;

le triangle COP donne

$$\text{sin. } CPO : \text{sin. } OCP :: OC : OP = \frac{OC \,.\, \text{sin. } OCP}{\text{sin. } CPO}.$$

Or, l'angle CPB extérieur au triangle $OCP = OCP + BOC$, d'où l'on tire $OCP = CPB - BOC$, et en substituant $OP = \dfrac{OC \,.\, \text{sin. } (CPB - BOC)}{\text{sin. } CPB}$,

ou, à cause de $CPB = CAB$,

on aura $$OP = \frac{r \cdot \sin. (A - y)}{\sin. A};$$

donc $$C = O + \frac{r \cdot \sin. (A - y) \cdot \sin. O}{q \cdot AP \cdot \sin. A}.$$

Abaissons Cx perpendiculaire sur le prolongement de AP, nous aurons $AP = Ax - Px$, les triangles rectangles CAx, CPx, donnent $Ax = AC \cdot \cos. CAP$, $Px = CP \cdot \cos. CPx$; donc $AP = AC \cdot \cos. CAP - CP \cdot \cos. CPx$, mais $\cos. CPx = -\cos. CPA$, et en se rappelant que dans tout quadrilatère inscrit, les angles opposés sont supplément l'un de l'autre, on aura $-\cos. CPA = \cos. CBA = \cos. B$; ainsi, faisant $AC = D$, $AP = D \cdot \cos. CAP - CP \cdot \cos. B$; mais $CP : OC :: \sin. COB : \sin. CPB$,

d'où $$CP = \frac{OC \cdot \sin. COB}{\sin. CPB} = \frac{r \cdot \sin. y}{\sin. A};$$

donc $$AP = D \cdot \cos. CAP - \frac{r \cdot \sin. y \cdot \cos. B}{\sin. A},$$

en en substituant, on trouvera

$$C = O + \frac{r \cdot \sin. (A - y) \cdot \sin. O}{q \cdot \sin. A \left(D \cdot \cos. CAP - \frac{r \cdot \sin. y \cdot \cos. B}{\sin. A}\right)},$$

ou

$$C = O + \frac{r \cdot \sin. O \cdot \sin. (A - y)}{q \cdot (D \cdot \sin. A \cdot \cos. CAP - r \cdot \sin. y \cdot \cos. B)},$$

et $C - O$, ou, en désignant la réduction par R,

$$R = \frac{r \cdot \sin. O \cdot \sin. (A - y)}{q \cdot (D \cdot \sin. A \cdot \cos. CAP - r \cdot \sin. y \cdot \cos. B)}.$$

Dans cette formule, on peut, sans erreur sensible, supprimer $\cos. CAP$ au premier terme du dénominateur, et dans ce cas, elle deviendra

$$R = \frac{r \cdot \sin. O \cdot \sin. (A - y)}{q \cdot (D \cdot \sin. A - r \cdot \sin. y \cdot \cos. B)}.$$

On s'assurera semblablement que dans les grandes opérations trigonométriques, le second terme du dénominateur sera toujours très-petit, qu'il pourra être supprimé et qu'en conséquence, on aura

$$R = \frac{r \,.\, \text{sin.}\ O \,.\, \text{sin.}\ (A - y)}{q \,.\, D\ \text{sin.}\ A} \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

Cette correction est positive, à moins que $A - y$ ne surpasse 180°; si A est moindre que y, au lieu de $A - y$, on emploiera quatre angles droits $+ A - y$.

A est toujours l'angle à l'objet à droite dans le triangle BAC, comme D est toujours la distance de l'objet à droite.

Cette seconde formule est plus commode que la première dans presque tous les cas; cependant la première est préférable, comme plus exacte, si la fraction $\frac{r}{D}$ est considérable; et même on arriveroit plutôt au résultat, si l'on avoit pris les angles entre A et B, et plusieurs autres objets; car, dans ce dernier cas, l'un des termes de la formule (1) seroit constant, et il n'y auroit plusqu'un seul terme à calculer, pour chacun des angles observés, excepté le premier.

(49.) Les deux termes de la formule (1), sont le plus souvent de signes contraires; ils se détruisent en partie; ils peuvent même se détruire tout-à-fait, et la correction se réduit alors à zéro.

On a donc, dans ce cas, $\frac{\text{sin.}\ (O + y)}{D} = \frac{\text{sin.}\ y}{G}$, ce qui donne $\text{sin.}\ (O + y) : \text{sin.}\ y :: D : G$,
On aura aussi $G.\text{sin.}\ (O + y) = D.\text{sin.}\ y$,
ou $G\ \text{sin.}\ O.\ \text{cos.}\ y + G.\text{sin}\ y.\text{cos.}\ O = D.\text{sin.}\ y$,
ou $G\ \text{sin.}\ O = (D - G\ .\ \text{cos.}\ O)\ .\ \frac{\text{sin.}\ y}{\text{Cos.}\ y}$,

ou G sin. $O = (D - G$. cos. $O)$. tang. y, et tang. $y = \frac{G \text{ . sin } O}{D - G \text{ . cos. } O} =$ tang. $A =$ tang. $(180° + A)$; donc $y = A$, ou $y = 180° + A$.

Pour rendre la correction nulle, il suffit donc de se placer de manière que $y = A$, ou $y = 180° + A$.

La même chose peut se démontrer plus simplement par la formule (2); en effet, dans le cas de $y = A$, elle se réduit à $R = \frac{r \text{ . sin. } D \text{ . sin. } (A - A)}{q \text{ . } D \text{ sin. } A} = 0$, et dans le cas de $y = 180° + A$, elle se réduit de même à zéro.

La même chose se voit clairement dans la figure; en effet, si l'observateur, au lieu d'être en O, est en P sur la circonférence du cercle, l'angle BOC vient $BPC = BAC = A$.

On peut donc juger par l'angle observé y, si l'on est dans le cercle; car dans ce cas $A - y > 180°$, ou hors du cercle, si $A - y < 180°$; ou, enfin sur la circonférence, si $A - y = 0$, ou si $A - y = 180°$.

(50.) Il faut, autant qu'il est possible, se placer sur la circonférence du cercle; en effet, on a trouvé ci-dessus

$OP = \frac{r \text{ . sin. } (A - y)}{\text{sin. } A}$, ainsi après avoir observé d'un point quelconque O, la distance r, et l'angle de direction y, on n'a qu'à s'avancer dans la direction OB d'une quantité égale à $\frac{r \text{ . sin. } (A - y)}{\text{sin. } A}$, et l'on sera certain d'être sur la circonférence, ce qui peut être utile dans les cas où l'on ne pourroit mesurer exactement la distance r. Supposons qu'on ne connoisse cette distance qu'à deux ou trois décimètres près, on

calculera $\frac{r : \sin. (A - y)}{\sin. A}$, et l'on aura OP à quelques décimètres près. On se placera donc très-près de la circonférence; l'angle $A - y$ sera donc très-petit, la réduction fort peu de chose, et l'on sera dispensé de connoître r plus exactement.

Si le calcul donnoit pour OP, une quantité négative, au lieu d'avancer dans la direction OB, il faudroit reculer sur le prolongement de cette même ligne.

(51.) Supposons qu'on se trouve placé dans la galerie extérieure d'une tour ou d'un clocher, on ne pourra souvent avancer ni reculer sur la ligne OP; dans ce cas, on placera les deux lunettes du cercle de manière à ce qu'elles forment l'angle A; on promenera l'instrument autour de la galerie, jusqu'à ce que la lunette inférieure étant pointée sur l'objet à gauche, la supérieure se dirige au centre, alors on aura une réduction nulle, ou presque insensible.

Si l'on se trouve deux observateurs, avec chacun un instrument, tandis que l'un cherche à la droite du centre le point ou $y = A$, l'autre cherchera à la gauche du centre celui ou $y = 180° + A$; la réduction sera nulle pour l'un et pour l'autre. Au lieu de l'angle $180° + A$, compté de droite à gauche, s'il est plus commode d'employer $180° - A$, compté de gauche à droite, cela reviendra au même.

(52.) Au surplus, il n'est pas nécessaire de se placer sur la circonférence, il suffit de se placer sur la tangente à cette circonférence, dont l'éloignement n'est pas sensible, et il est toujours facile de se placer sur la tangente.

Soit OCO' (*fig.* 9) cette tangente, on voit que l'angle $BCO' = BAC = A$, $ACO = ABC = B$, $BCO = 180° - A$, $ACO' = 180° - B$.

Ces équations donnent les moyens de tracer la tangente OO', quand on peut placer un instrument au centre; alors, fût-on dix observateurs, on pourroit se placer tous sur cette ligne, et observer à la fois le même angle. C'est ainsi que sur la montagne de *Rebreuve* et sur la tour de *Béthune*, M. Delambre fit placer l'un des deux instrumens, lorsque l'autre étoit au centre C.

L'angle CBO' étant très-petit, on aura sans erreur sensible $BOC' = 180° - BCO' = 180° - A$; $BOC = 180° - BCO = 180° - 180° + A = A$; ainsi on se placera de manière à ce que la direction au centre fasse *à gauche un angle* $= A$, ou *à droite un angle* $= 180° - A$, et l'on sera sur la tangente.

On voit par ce qui précède, combien il est aisé d'éviter les réductions, ou de les rendre à peu près nulles, quand on a la liberté de tourner autour du centre; mais cela n'arrive guères que sur les montagnes, ou sur les tours qui se terminent en plate-forme, ou qui ont une galerie extérieure.

(53.) Il peut arriver encore, et M. Delambre en a souvent fait l'expérience, que l'on rencontre des obstacles qui empêchent de mesurer la distance au centre et l'angle de direction. Dans ce cas, on aura recours aux méthodes suivantes.

Soit $HDIE$ (*fig.* 10) la coupe horizontale d'une tour, d'une pyramide ou d'un signal, dans l'intérieur duquel on ne peut pénétrer pour mesurer OC distance des centres, et l'angle de direction BOC; supposons seulement qu'on puisse prendre les distances

OD et OE, aux deux angles D et E de la tour, et les angles BOD, BOE.

Des points D et E, abaissant DG et EF perpendiculaire sur OC, on aura

$$\sin. EOF = \frac{EF}{EO} = \frac{EC.\sin. C}{EO},$$
$$\sin. DOG = \frac{DG}{DO} = \frac{CD.\sin. C}{DO};$$

donc

$$\sin. EOF : \sin. DOG :: \frac{EC.\sin. C}{EO} : \frac{CD.\sin. C}{DO}$$
$$:: \frac{1}{EO} : \frac{1}{DO} :: DO : EO;$$

mais

$$DO + EO : DO - EO :: \sin. EOF + \sin. DOG : \sin. EOF - \sin. DOG :: \text{tang.}\tfrac{1}{2}(EOF + DOG) : \text{tang.}\tfrac{1}{2}(EOF - DOG),$$

ce qui donne

$$\text{tang.}\tfrac{1}{2}(EOF - DOG) = \left(\frac{DO - EO}{DO + EO}\right).\text{tang.}\tfrac{1}{2}(EOF + DOG)$$
$$= \left(\frac{DO - EO}{DO + EO}\right).\text{tang.}\tfrac{1}{2} DOE.$$

Nommons

la distance OD à droite	$= r'$.
celle OE à gauche	$= r''$.
angle DOE	$= a$.
$EOF - DOG$	$= d$.
angle de direction BOC	$= y$.
angle BOD.	$= y'$.
angle BOE	$= y''$.

On aura

$$\text{tang.}\tfrac{1}{2} d = \left(\frac{r' - r''}{r' + r''}\right).\text{tang.}\tfrac{1}{2} a \quad . . . . . (3).$$

$$EOF = \tfrac{1}{2} a + \tfrac{1}{2} d.\ EOG = \tfrac{1}{2} a - \tfrac{1}{2} d,$$

$$y = y' + \tfrac{1}{2} a - \tfrac{1}{2} d = y'' - \tfrac{1}{2} a - \tfrac{1}{2} d. . . . . (4).$$

et à cause de $CG = CF$, on a

$$OC = \tfrac{1}{2}(OG + OF),$$

ou

$$OC = \tfrac{1}{2}(OD \,.\, \text{cos.}\, DOG + OE \,.\, \text{cos.}\, EOF),$$

ou

$$r = \tfrac{1}{2}[r' \,.\, \text{cos.}\, (\tfrac{1}{2}a - \tfrac{1}{2}d) + r'' \,\text{cos.}\, (\tfrac{1}{2}a + \tfrac{1}{2}d)],$$

ou

$$r = \tfrac{1}{2}(r' + r'')\,\text{cos.}\,\tfrac{1}{2}a \,.\, \text{cos.}\,\tfrac{1}{2}d + \tfrac{1}{2}(r' - r'')\,\text{sin.}\,\tfrac{1}{2}a \,.\, \text{sin.}\,\tfrac{1}{2}d \;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\; (5).$$

et souvent sans erreur sensible

$$r = \tfrac{1}{2}(r' + r'') \,.\, \text{cos.}\,\tfrac{1}{2}a.$$

A l'aide de ces trois formules, on déterminera fort exactement r et y, qu'on ne peut observer directement; mais il est indispensable d'observer les distances OD, OE, et les deux angles de direction BOD, BOE.

Si r' est plus petit que r'', $r' - r''$ sera une quantité négative, $\frac{1}{2}d$ changera de signe dans la formule (5).

Il n'y a rien dans ces formules qui dépende de la figure de la tour, ou du signal; ainsi cette figure pourroit être quarrée, rectangulaire, hexagone, octogone, etc.; mais il faut qu'elle soit régulière, et d'un nombre pair de côtés, afin que le centre C se trouve toujours sur le milieu de la diagonale DE.

Si la figure étoit circulaire, on auroit $r' = r''$; $d = 0$, $y = y' + \frac{1}{2}a = y'' - \frac{1}{2}a$, et $r = r'$. séc. a.

(54.) Le centre des clochers est ordinairement embarrassé d'une grosse poutre verticale, qui pourroit causer des erreurs de deux ou trois centimètres dans les distances r, et de quelques degrés dans l'estimation de l'angle y. M. Delambre a évité ces erreurs en employant les formules précédentes.

(55.) Il arrive encore quelquefois qu'on ne peut voir du point O, les points diamétralement opposés

de la poutre ou du signal, mais seulement les deux arrêtes de la face voisine; dans ce cas, on emploiera les formules suivantes;

Le triangle CDO (*fig.* 11) donne

$$CD : CO :: \sin. COD : \sin. CDO;$$

le triangle COE donne pareillement

$$CE : CO :: \sin. COE : \sin. CEO;$$

et à cause de $CD = CE$, on aura

$$\sin. COE : \sin. COD :: \sin. CEO : \sin. CDO;$$

et

$$\sin. COE + \sin. COD : \sin. COE - \sin. COD :: \sin. CEO + \sin. CDO : \sin. CEO - \sin. CDO,$$

ou

$$\text{tang.}\tfrac{1}{2}(COE + COD) : \text{tang.}\tfrac{1}{2}(COE - COD) :: \text{tang.}\tfrac{1}{2}(CEO + CDO) : \text{tang.}\tfrac{1}{2}(CEO - CDO),$$

ou

$$\text{tang.}\tfrac{1}{2} DOE : \text{tang.}\tfrac{1}{2}(COE - COD) :: \text{tang.}\tfrac{1}{2}(360^\circ - DOE - DCE) : \text{tang.}\tfrac{1}{2}(CEO - CDO),$$

ou

$$\text{tang.}\tfrac{1}{2} a : \text{tang.}\tfrac{1}{2}(COE - COD) :: \text{tang.}\ 180^\circ - \tfrac{1}{2}(C + a) : \text{tang.}\tfrac{1}{2}(CEO - CDO);$$

or

$$\text{tang.}\tfrac{1}{2}(CDE - COD) = -\text{tang.}\tfrac{1}{2} a . \text{tang.}\tfrac{1}{2}(CEO - CDO) . \text{cot.}\tfrac{1}{2}(C + a),$$

ou

$$\text{tang.}\tfrac{1}{2}(COD - CDE) = \text{tang.}\tfrac{1}{2} a \ \text{cot.}\tfrac{1}{2}(C + a) . \text{tang.}\tfrac{1}{2}(DEO - ODE);$$

le triangle ODE donne

$$OD : OE :: \sin. DEO : \sin. ODE,$$

ou

$$OD + OE : OD - DE :: \text{tang.}\tfrac{1}{2}(DEO + ODE) : \text{tang.}\tfrac{1}{2}(DEO - ODE);$$

d'où

$$\text{tang.}\tfrac{1}{2}(DEO - ODE) = \left(\frac{OD - OE}{OD + OE}\right).\text{tang.}\tfrac{1}{2}(DEO + ODE)$$
$$= \left(\frac{r' - r''}{r' + r''}\right).\text{tang.}\tfrac{1}{2}(180^\circ - a)$$
$$= \left(\frac{r' - r''}{r' + r''}\right).\cot\tfrac{1}{2}a \;.\;.\;.\;.\;(6).$$

Donc

$$\text{tang.}\tfrac{1}{2}(COD - COE) = \text{tang.}\tfrac{1}{2}a\cot.\tfrac{1}{2}(C + a)\left(\frac{r' - r''}{r' + r''}\right).\cot.\tfrac{1}{2}a$$
$$= \left(\frac{r' - r''}{r' + r''}\right).\cot.\tfrac{1}{2}(C + a) \;.\;.\;.\;(7).$$

La formule (6) donnera les angles du triangle EDO; la formule (7) fera connoître les angles COD et COE; nommant p' le premier, p'' le second, on aura

$$y = y' + p' = y'' - p'' \;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;(8).$$

Le triangle COD donne

$$OC : OD :: \text{sin.}\, ODC : \text{sin.}\, OCD,$$

d'où

$$OC = \frac{OD.\text{sin.}\, ODC}{\text{sin.}\, OCD} = \frac{OD.\text{sin.}\,(ODE + EDC)}{\text{sin.}\,(ODC + DOC,}.$$

Nommant, pour abréger, b l'angle $EDC = CED$. $EDO = u'$, $OED = u''$, on aura

$$\text{sin.}\,(ODE + EDC) = \text{sin.}\,(u' + b) = \text{sin.}\,(u'' + b)$$
$$\text{sin.}\,(ODC + DOC) = \text{sin.}\,(EDO + EDC + DOC)$$
$$= \text{sin.}\,(u' + b + p')\,\text{sin.}\,(u'' + b + p'');$$

donc $r = \dfrac{r'\,\text{sin.}\,(u' + b)}{\text{sin.}\,(u' + b + p')}$, ou $r = \dfrac{r'.\text{sin.}\,(u'' + b)}{\text{sin.}\,(u'' + b + p'')}$.

(56.) Il résulte des formules ci-dessus, les suivantes, qui dispenseront de faire des figures.

(1) $\text{tang.}\, x = \dfrac{r''}{r'}$.

(2) $\text{tang.}\,\tfrac{1}{2}\,d = \text{tang.}\,(x - 45^\circ).\text{tang.}\,(90^\circ - \tfrac{1}{2}\,a)$.

(3) $u' = 90° - \frac{1}{2} a + \frac{1}{2} d.$

(4) $u'' = 90° - \frac{1}{2} a - \frac{1}{2} d.$

(5) $\text{tang.} \frac{1}{2} d' = \text{tang.} (x - 45°) . \text{cot.} \frac{1}{2} (C + a).$

(6) $p' = \frac{1}{2} a - \frac{1}{2} d'.$

(7) $p'' = \frac{1}{2} a + \frac{1}{2} d'.$

(8) $r = \frac{r' \sin. (u' + b)}{\sin. (u' + b + p')} = \frac{r'' . \sin. (u'' + b)}{\sin. (u'' + b + p'')}.$

(9) $y = y' + p' = y'' + p''.$

Si $x < 45°$, $x - 45°$ sera une quantité négative, $\frac{1}{2} d$ et $\frac{1}{2} d'$ changeront de signe dans les formules 3, 4, 6 et 7.

Il suffit de connoître u' avec p', ou l'angle u'' avec p''; mais en faisant le calcul avec ces deux paires d'angles, on aura deux fois la valeur de r, et l'on sera sûr de ne s'être pas trompé.

(57.) Il est encore arrivé, à M. Delambre, que dans un clocher très-étroit et très-embarrassé de charpente, il ne put observer que l'un des deux angles y' ou y''; c'est-à-dire, BOD ou BOE.

Dans ce cas, il faut mesurer le côté $DE = k$, et dans le triangle EOD, on connoît les trois côtés, et on calculera l'angle EOD ou a, par la formule

$$\sin. \frac{1}{2} a = \sqrt{\frac{[\frac{1}{2} (r' + r'' + k) - r'] . [\frac{1}{2} (r' + r'' + k) - r'']}{r' . r''}},$$

et l'on aura tout ce qui est nécessaire pour calculer les formules précédentes; mais les formules 8 et 9 seront simples au lieu d'être doubles, et l'on n'aura plus de vérification; si l'on en veut une, on s'y prendra ainsi qu'il suit:

Supposons qu'on ait observé $y' = BOC$, et en nommant k', le côté ED, $m = EC = CD$, $n' = DCO$, $n'' = ECO$, on aura

$$\sin.\ \tfrac{1}{2}\ ODE = \sqrt{\frac{[\tfrac{1}{2}(r'+r''+k)-r'].[\tfrac{1}{2}(r'+r''+k)-k]}{r'.k}}$$

quantité égale à cos. Q, en faisant $Q = 90° - \tfrac{1}{2}\ ODE$.

$$\text{tang. } b = \text{tang. } FED = \frac{FD}{DE} = \frac{k'}{k},$$

$$m = \tfrac{1}{2}\ ED.\text{séc. } FDE = \frac{k}{2 \cos.\ FED} = \frac{k}{\cos.\ b},$$

$$\text{tang. } x = \frac{r'}{m},$$

$$\text{tang. } \tfrac{1}{2}\ d = \text{tang. } (x - 45°).\text{tang. } (Q - \tfrac{1}{2}\ b),$$

$$n' = Q - \tfrac{1}{2}\ b + \tfrac{1}{2}\ d,\ p' = Q - \tfrac{1}{2}\ b - \tfrac{1}{2}\ d,\ y = y' + p',$$

$$r = \frac{r' \sin.\ (p' + n')}{\sin.\ n'}.$$

Si l'on a observé $y'' = BOE$, on aura pareillement

$$\cos.\ Q = \tfrac{1}{2}\ CEO = \sqrt{\frac{[\tfrac{1}{2}(r'+r''+k)-r'')].[\tfrac{1}{2}(r'+r''+k)-k]}{r''k}},$$

$$\text{tang. } b = \frac{k'}{k},\ m = \frac{k}{2 \cos.\ b},\ \text{tang. } x = \frac{r''}{m},$$

$$\text{tang. } \tfrac{1}{2}\ d = \text{tang. } (x - 45°).\text{tang. } (Q - \tfrac{1}{2}\ b),$$

$$n'' = Q - \tfrac{1}{2}\ b + \tfrac{1}{2}\ d,\ p'' = Q - \tfrac{1}{2}\ b - \tfrac{1}{2}\ d,\ y = y'' - p'',$$

$$r = \frac{r''.\sin.\ (p'' + n'')}{\sin.\ n''}.$$

(58.) Ces calculs sont longs, on les simplifiera beaucoup en se plaçant dans la direction d'une des faces du signal, dans lequel on ne peut pénétrer.

Supposons l'instrument en O (*fig.* 12) sur le prolongement de FD; on observera l'angle FOB, et l'on aura $y = FOB + FOC$,

$$\text{tang. } FOC = \frac{Cm}{Om} = \frac{\tfrac{1}{2}\ LF}{OD + \tfrac{1}{2}\ DF} = \frac{LF}{2\ OD + DF},$$

$$r = Om.\ \text{séc. } FOC = \frac{OD + \tfrac{1}{2}\ DF}{\cos.\ FOC}.$$

si

Si le point O étoit sur la ligne, ce qui arrivera dans les galeries extérieures des clochers, il suffiroit de faire OD négatif, dans les formules ci-dessus; et si OD négatif surpassoit $\frac{1}{2}DF$, l'angle FOC seroit obtus, le numérateur et le dénominateur de la valeur de r seroient tous deux négatifs.

(59.) On peut aussi se trouver dans un clocher, dont l'intérieur est un polygone régulier, dont le centre est inabordable et même invisible.

Soit ACD (*fig.* 13) un des triangles qui composent le polygone, C le centre du polygone, et O celui de l'instrument, B l'objet à gauche.

On observera l'angle AOB, et on mesurera AD et OD, on aura $AM = \frac{1}{2}AD$,

$$CM = AM.\text{tang. } CAM = AM.\text{cot. } ACM,$$

$$ACM = \frac{180^\circ}{\text{nombre des côtés du polygone}},$$

$$\text{tang. } MOC = \frac{CM}{MO} = \frac{CM}{\frac{1}{2}AD - OD},$$

$$r = OC = \frac{OM}{\text{cos. } OMC}, \quad y = BOC = 360^\circ - AOB - AOC.$$

En se plaçant en M, on auroit $r = CM.\text{cot. } ACM$, $y = 360^\circ - AMB - 90^\circ = 270^\circ - AMB$.

Au moyen des méthodes et formules exposées dans tout ce qui précède, un observateur intelligent et qui connoît les élémens les plus simples de la géométrie, se retirera sans peine de toutes les difficultés qui pourront se rencontrer dans la pratique; mais pour de plus amples détails, on pourra consulter l'ouvrage intitulé: *Mesure d'un arc du Méridien*, par M. Delambre.

(60.) On voit, d'après ce qui est exposé ci-dessus, que les formules de M. Delambre sont très-compli-

quées, quand il s'agit de trouver l'angle de direction et la distance au centre, dans le cas où le centre est occupé par une poutre verticale. Une construction facile peut donner, avec une exactitude suffisante, la distance au centre, et un point dans la direction de ce centre pour y pouvoir pointer la lunette (*). On ne peut jamais se flatter d'obtenir, avec une précision rigoureuse, les élémens pour la réduction au centre de la station; il faudroit pour cela suspendre un fil à plomb, du point de mire, qui se trouve quelquefois à dix, quinze ou vingt mètres au-dessus du lieu où l'on peut placer l'instrument; ce qui est ordinairement impossible, parce que le point de mire se trouve au-dessus du toit, quand d'ailleurs les planchers et la charpente intérieure n'empêcheroient pas cette opération. On en est réduit à conclure le lieu qui répond perpendiculairement au-dessous du point de mire, par la détermination du centre de l'intérieur de l'édifice; et il faudroit supposer une grande perfection dans la construction, pour ne pas craindre une différence de cinq à six décimètres entre le centre et le point de mire.

Au reste, cette différence est fort légère, et paroît être beaucoup au-dessous de l'erreur de l'observation, surtout si les signaux sur lesquels on pointe sont assez éloignés; mais elle semble prouver qu'il n'est pas nécessaire de s'attacher pour cet objet à une grande précision. La construction qu'on va indiquer suffira dans presque tous les cas.

(61.) Supposons que *EDFG* (*fig.* 11), soit une

(*) Cette construction et la suite ont été extraits du numéro premier *du Mémorial topographique et militaire*, imprimé par ordre du Ministre de la guerre.

poutre rectangulaire qui occupe le centre C de la station, O le centre de l'instrument; on ne peut mesurer OC, ni l'angle de direction BOC (B est l'objet à gauche).

Du point H, milieu de la face ED, on menera la perpendiculaire HI, qu'on fera égale à $\frac{1}{2}DF$, ou à $EG = HC$. On tirera OI et OH; d'un point quelconque M de OI, on menera MN parallèle à HI, et l'on fera $LQ = ML$; le point Q sera dans la direction OC.

On pourra donc suspendre un fil à plomb sur le point N, et prendre l'angle $BOQ = BOC$.

Si l'on prolonge OQ jusqu'en R, et qu'on mène RI, on aura $OR + RI = OR + RC = OC =$ distance au centre. On connoîtra dans la formule (1) (45) r et y, avec lesquels on calculera la réduction au centre.

Cette construction qu'on fait sur le plancher, n'exige qu'une ficelle et de la craie blanche; le point O aura pu être déterminé par un fil à plomb avant de placer l'instrument.

Le procédé sera le même pour une poutre quarrée.

(62.) Si la poutre est hexagonale, soit $AGHKMP$ (*fig.* 12) son contour, O le centre de l'instrument. Des points G et H et du rayon GH, tracez les arcs pq et no, qui se couperont en X; tracez XT sur le milieu de GH; menez OX, OT; d'un point quelconque Q de OX, tirez QN parallèle à XT; faites $SV = SQ$: le point V sera dans la direction OC; on pourra mesurer l'angle $BOV = BOC$; prolongez OV jusqu'en R; menez RX, on aura $OR + RX = OR + RC = OC$.

(63.) Si la poutre $a\,b\,c\,d\,e\,f\,g\,h$ (*fig.* 11) est

octogonale, on en formera le quadrilatère *EDFG*, et la construction sera la même que pour la poutre rectangulaire.

(64.) Enfin, si la poutre est cylindrique, soit *ADBE* (*fig.* 13 *bis*) son contour, on prendra avec l'instrument qui a servi aux observations, les angles *MOA*, *MOB* que font avec l'objet à gauche, les tangentes menées du même point *O* au cylindre; la moitié de la somme de ces deux angles donnera l'angle de direction *MOC*.

Pour avoir *OC*, on menera *OD* qui est la plus courte distance du point *O* à la poutre; et pour avoir *DC*, on enveloppera le cylindre d'une ficelle, qu'on mesurera pour en avoir la circonférence; puis du logarithme du nombre de parties qu'elle contiendra, on retranchera le logarithme constant 0,7981799, pour avoir le nombre de parties de *DC*; 0,7981799 est le logarithme du rapport de la circonférence au rayon.

Supposons, par exemple, que la circonférence du cylindre ait été trouvée de 117 centimètres.

Log. 117.	2,0681859.
Otant le log. constant	0,7981799.
Il reste.	1,2700060.

qui correspond à 18,6 centimètres valeur de *DC*.

(65.) Il peut arriver encore que du lieu où se trouve placé l'instrument, quelque obstacle empêche de voir le centre. Soit l'observateur en *O* (*fig.* 10) qu'un obstacle empêche de voir le centre *C*, on choisira un point *B'*, d'où l'on puisse apercevoir *O* et *C*; on prendra l'angle *CB'O*, soit avec un cercle, soit avec un autre instrument; on mesurera *B'C* et *B'O*, et on calculera *OC* et l'angle *B'OC*, lequel, ajouté à

l'angle *B'OB* pris avec le cercle, donnera l'angle de direction *BOC*. Ce moyen sera sur tout applicable, lorsqu'on sera obligé d'observer d'une galerie, en dehors d'un édifice.

Tels sont à-peu-près tous les cas embarrassans qui peuvent se présenter. On ne peut pas tout prévoir; il faut trouver des expédicns divers pour les différentes circonstances; l'intelligenee et l'habitude les font découvrir. Lorsqu'on aura le pouvoir de faire pratiquer des ouvertures dans les elochers ou tours mal percées, on opérera plus exactement et plus commodément.

Lorsqu'on est obligé de s'écarter du centre de la station pour observer, il faut, si cela se peut, plaeer l'instrument de manière à voir de la même ouverture tous les objets entre lesquels on se propose de prendre des distances angulaires; on n'aura alors qu'une seule distance au centre à mesurer, et un seul angle de direction à prendre; les autres s'obtiendront par l'addition successive de cet angle avec les angles observés.

SECONDE PARTIE.

Contenant la description et les usages des divers instrumens dont on se sert, soit pour mesurer les angles sur le terrain, ou en mer pour prendre les hauteurs des astres, et pour lever les détails des objets dont les points principaux ont déjà été déterminés par la trigonométrie.

CHAPITRE PREMIER.

Attentions qu'il faut apporter dans les mesures prises sur le terrain; instrumens dont on fait usage pour mesurer les angles.

(66.) Il a déjà été indiqué plus haut (1) que, lorsque l'on doit faire un plan d'une étendue quelconque, c'est par des triangles que l'on fixe la position des principaux points de la carte; et l'on détermine tous les angles et les côtés de ces triangles, soit par des mesures actuelles, soit par des calculs fondés sur les analogies qu'on a démontrées. Au premier coup-d'œil rien ne paroît plus facile que l'application des règles de la géométrie à la pratique sur le terrain; mais lorsqu'on réfléchit sur toutes les causes d'erreurs qui accompagnent nécessairement toutes les opérations, on ne peut apporter trop de précautions pour les diminuer le plus qu'il est possible, pour les distinguer les unes des autres, et pour les corriger ou les pré-

Digitized by Google

venir. Enfin, il faut savoir quelquefois les estimer assez adroitement pour ne pas trop compliquer les détails des opérations. Les grandeurs que l'on mesure sur le terrain, sont de deux espèces, ou des étendues en longueurs qui servent de base aux triangles que l'on veut établir, ou les angles qui sont formés par les rayons visuels, dirigés aux principaux points du plan à lever. Lorsque l'on veut mesurer les bases, il faut choisir, autant qu'il est possible, le terrain le plus uni et le plus étendu; il faut, si l'on se sert de chaînes, avoir attention de les faire tendre toujours également et horizontalement; et ne se servir que de celles que l'on a bien vérifiées avec des mesures bien connues : encore, si les opérations étoient d'une certaine importance, comme s'il s'agissoit de déduire la longueur d'un degré d'un méridien, par une latitude quelconque, il faudroit rejetter toutes les chaînes dont on fait usage dans la levée des plans, et mesurer les différentes bases particulières, et singulièrement la première avec la plus grande attention.

Les divers instrumens employés à la mesure des angles pour la levée des plans et en général pour les opérations géodésiques, sont : le graphomètre, le cercle répétiteur, l'octant ou quartier de réflexion, le cercle de Borda, la planchette et la boussole; on va donner successivement la description et l'usage de ces instrumens.

CHAPITRE II.

Du Graphomètre; de son usage et de la manière de le vérifier.

(67.) Les angles se mesurent avec le graphomètre, ou avec des quart-de-cercles munis de lunettes pour découvrir les objets les plus éloignés. Dans les plans relatifs aux opérations des grands chemins, ou autres travaux, la plupart du temps on peut se servir d'un bon graphomètre ordinaire pour mesurer les angles, si les côtés des triangles que l'on veut former n'excèdent pas sept à huit mille mètres; quand les distances deviennent plus considérables, il faut employer le cercle répétiteur, dont on trouvera ci-après la description et les usages.

On sait que le graphomètre (*fig.* 14), n'est autre chose qu'un demi-cercle divisé en 180 degrés, avec une règle fixe et une autre mobile sur son centre, et munie à ses deux extrémités de pinnules fixes et invariables, qu'elle entraîne avec elle. La règle fixe porte aussi deux autres pinnules perpendiculaires à son plan, et qui répondent l'une vis-à-vis de l'autre aux points marqués 0° et 180°. Pour donner au graphomètre plus de justesse dans les mouvemens circulaires, les meilleurs sont tellement construits, que leur tige est mobile dans la boule de cuivre qui forme le genou, et tellement disposée, qu'au moyen d'une vis de pression, on peut supprimer presqu'entièrement le grand mouvement. Ensuite, au moyen d'une autre vis sans fin, parallèle au plan de l'instrument, et qui engrène dans les divisions d'un plateau

circulaire, aussi parallèle au plan de l'instrument, on peut faire mouvoir le graphomètre aussi lentement qu'on le juge à propos; ce qui facilite singulièrement le moyen de ramener insensiblement le rayon visuel, dirigé par les pinnules fixes sur les objets que l'on peut observer. L'alidade mobile est pareillement susceptible des deux mouvemens, l'un très libre en vertu duquel on lui fait parcourir assez rapidement toutes les divisions du limbe; et l'autre très-lent, pour ramener insensiblement les pinnules fixées aux deux extrémités de l'alidade, et faire tomber le rayon visuel qu'elles dirigent sur l'objet dont on veut observer l'angle avec le rayon visuel dirigé au premier objet.

Une des qualités essentielles d'un bon graphomètre, c'est d'être non-seulement bien divisé, mais encore d'être bien cintré; c'est-à-dire, que les lignes de mire, soit des pinnules de l'instrument et de son alidade, soit des axes des lunettes fixes et mobiles, se coupent bien précisément au centre de l'instrument. Pour vérifier un graphomètre, il faut choisir un lieu dont l'horizon soit libre, et environné d'un grand nombre d'objets. On dirigera des rayons visuels à tous ces différens objets, en observant les angles que font tous les rayons visuels deux à deux; en tournant toujours dans le même sens, jusqu'à ce que l'on soit de retour à l'objet dont on est parti, après avoir parcouru le tour entier de l'horizon. On sait que tous les angles formés autour d'un point, valent 360 degrés; si donc on pouvoit observer chaque angle en particulier, avec une précision géométrique, en ajoutant tous les angles observés, on devroit retrouver les 360 degrés; mais il est aisé de sentir qu'aucun ne

peut être observé avec cette rigueur absolue, soit à cause de la petitesse des divisions de l'instrument, soit à cause de l'imperfection de notre vue. On pourroit remédier à l'erreur qui provient de la petitesse du rayon de l'instrument; mais en augmentant le rayon pour avoir les degrés plus grands, on augmenteroit aussi considérablement le prix de l'instrument, et la difficulté de le transporter. Il est donc indispensable qu'il y ait quelques erreurs, soit en plus, soit en moins dans la somme de tous les angles, d'un tour de l'horizon; si l'on ne trouve que quelques minutes pour un graphomètre de cinq à six pouces de rayon, on jugera les angles assez bien observés, et l'instrument bien cintré; encore faudra-t-il répéter plusieurs fois l'opération, parce qu'il arrive souvent que le hasard produira des compensations qui feroient juger bon un instrument au-dessous du médiocre. On peut encore vérifier un graphomètre, en observant séparément chacun des trois angles, de plusieurs triangles; car, si ces angles sont bien mesurés, et si l'instrument est suffisamment bon, on doit trouver très-près de 180 degrés, soit en excès, soit en défaut. On doit même observer d'avoir l'attention dans la mesure des grands triangles, de ne point conclure le troisième angle des deux angles observés sur la base; mais de se transporter au troisième point du triangle, pour observer l'angle. Si l'on s'étoit trompé grossièrement, comme cela peut arriver, dans l'observation des deux premiers angles, cette opération feroit reconnoître l'erreur, et serviroit à concilier quelquefois les inconséquences dont on ignoroit la cause et le principe. On peut regarder les divisions, dont on se sert dans les instrumens

actuels, comme une des inventions les plus heureuses pour la perfection des opérations de la géométrie pratique. On se servoit autrefois, pour estimer les minutes de dix en dix, de circonférence concentriques, tracées sur le limbe de l'instrument, et coupées transversalement par des lignes qui alloient aboutir de chaque degré du cercle intérieur, au degré du cercle extérieur, plus ou moins avancé d'une division de o ou de 180°: les transversales qui doivent être des circonférences de cercle, étoient tout simplement des lignes droites qui introduisoient nécessairement une erreur dans la manière d'estimer les minutes de degrés.

Nous insisterons peu sur ces divisions qui ont été heureusement abandonnées, pour faire connoître celle que l'on a adoptée généralement aujourd'hui; cette division est attribuée à Nonius: voici en quoi elle consiste. On trace sur le limbe de l'alidade mobile, un arc de cercle concentrique à la circonférence extérieure du limbe de l'instrument: ensuite ayant pris un certain nombre de degrés sur la circonférence du graphomètre, et le même nombre de degrés sur l'arc de l'alidade; on divise cet arc en un autre nombre de parties égales, d'une unité plus grande. Par ce moyen, on a un arc sur l'alidade d'un certain nombre de minutes plus petit que l'arc d'un degré. Pour donner un exemple, supposons que l'on veuille avoir les angles avec les minutes de cinq en cinq. L'arc d'un degré sur le limbe de l'instrument, sera donc de 60 minutes, et la première division sur l'alidade sera de 55 minutes; donc puisque les divisions de l'arc tracé sur l'alidade, doivent équivaloir à un certain nombre de degrés, il faut qu'un certain multiple de

55 soit égal à un autre multiple de 60. Donc les nombres de divisions du limbe et de l'alidade doivent être dans la raison réciproque de 60 à 55, ou de 12 à 11. On prendra donc sur la circonférence du limbe et sur l'alidade, un arc de 11 degrés que l'on divisera sur celle-ci en douze parties égales. Si l'instrument étoit divisé en demi-degrés, ou en arcs de 30 minutes, pour avoir les minutes de deux en deux par la division de Nonius, il faudroit qu'un certain multiple de 30 minutes fut égal à un autre multiple de 28 minutes; donc le nombre des divisions sur le limbe et sur l'alidade pour le même arc de part et d'autre, doit être dans la raison réciproque de 30 à 28, ou de 15 à 14; c'est-à-dire, qu'il faudroit prendre sur le limbe un arc de quatorze demi-degrés, que l'on diviseroit sur l'alidade en quinze parties égales, et par cette division, on pourroit mesurer tous les angles de deux minutes en deux minutes. Enfin, si la circonférence du cercle étoit divisée en quart de degrés, on auroit les angles à une minute près, par une division de quatorze quarts de degrés en quinze parties égales. Tout ceci bien entendu pour mesurer un angle observé, on examinera s'il y a sur le limbe et sur le bord de l'alidade deux divisions qui coïncident absolument : ensuite, partant de cette division pour revenir vers la fleur qui est sur l'alidade, et qui correspond au rayon visuel des pinnules, ou à l'axe de la lunette; on comptera toutes les divisions intermédiaires, et l'on prendra autant de fois 5 minutes qu'il y aura de pareilles divisions, si le nonius donne les minutes de cinq en cinq, ou bien autant de fois deux minutes, si la division donne les minutes de deux en deux; ajou-

tant le nombre de minutes au nombre de degrés marqués sur le bord de l'instrument, on aura l'angle avec toute la précision dont l'instrument sera susceptible. Si l'on ne trouve point de division qui coïncide absolument, comme cela peut arriver très-souvent, on s'arrêtera à celles qui approchent le plus de tomber l'une sur l'autre, et l'on estimera du mieux que l'on pourra l'excès ou le défaut, en comptant d'ailleurs comme dans le cas précédent.

Supposons, par exemple, que la fleur de l'alidade (*fig.* 15) réponde au-delà du trente-septième degré de division sur le limbe, et que ce soit le quarante-deuxième degré du limbe qui coïncide absolument avec une division du nonius, on comptera sur le nonius, en retournant vers la fleur: si, par exemple, on a trouvé qu'il y a cinq divisions sur l'alidade, on comptera 35 minutes, et l'angle observé sera de 37° 35′. Si la division eût été un peu au-dessous de la division du limbe, par rapport à la fleur, on eût retranché à peu près deux minutes et demie, et si elle eût été tant soit peu au-dessus, il auroit fallu ajouter à 35′, ce que l'estime auroit fait trouver.

CHAPITRE III.

Description du cercle à deux lunettes (*), ou *cercle répétiteur.*

(68.) Le cercle à deux lunettes a un tel avantage dans les opérations trigonométriques qu'il est à pré-

(*) Extrait d'un ouvrage intitulé : *Exposé des opérations faites en France, en* 1787, pour la jonction des Observatoires de Paris et de Greenwich, par MM. Cassini, Méchain et Legendre.

sumer qu'on l'emploiera de préférence à tout autre, lorsqu'on sera jaloux d'atteindre à une grande exactitude.

Cet instrument (*fig.* 16), n'est autre chose qu'un cercle entier d'un pied seulement de diamètre, qu'on pourroit même réduire jusqu'à quatre pouces; par conséquent d'un volume très-portatif, très-commode, qui se place partout, s'établit sans embarras sur le plus petit appui, dans l'espace le plus étroit, et qui, malgré sa petitesse, donne plus d'exactitude qu'on n'en pourroit attendre des grands quarts-de-cercle.

Le cercle entier est un instrument si simple qu'il n'est pas nécessaire d'entrer dans une description détaillée des diverses pièces qui le composent, et que tout artiste est en état d'exécuter. L'inspection de la figure le fera suffisamment connoître, avec l'explication suivante.

C, *C*, cercle sur champ, à six rayons, taillé intérieurement en biseau, et portant un limbe supérieur *D*, *D* divisé, et un limbe inférieur *NN*, non divisé.

L, *L*, lunette supérieure qui porte les nonius, et glisse sur le limbe divisé *D*, *D*.

F, *F*, lunette inférieure qui glisse sur le limbe *N*, *N*, qui ne porte aucune division.

t, *t*, talons des lunettes qui les joignent aux règles ou alidades *l*, *l* qui les supportent.

g, *g*, agraffes à ressort qui retiennent les alidades contre les limbes *D D*, *NN*, sur lesquels elles doivent glisser avec les lunettes.

b, *b*, recouvrement des objectifs.

a, *a*, petits anneaux coulans, qui recouvrent une ouverture faite aux tuyaux des lunettes pour pouvoir

avancer, reculer, ou tourner le chassis qui tourne les fils.

M, *M*, microscope pour l'estime des divisions.

S, *S*, supports sur lesquels l'axe *AA* tournant, renverse en même temps la tige *Z* perpendiculaire au plan du cercle, ainsi que le tambour *B* qui lui est parallèle, et donne par conséquent l'inclinaison que l'on veut au plan de l'instrument.

H, vis de pression contre un petit quart-de-cercle *q*, fixé par le centre à l'axe *AA*, au moyen de laquelle on maintient l'instrument dans l'inclinaison nécessaire.

G, grande vis qui tient au tambour supérieur *B*, qui engrène dans la partie inférieure et dentelée *q*, et fait tourner insensiblement le cercle et les lunettes dans leur plan, au moyen d'un axe fixe et perpendiculaire au cercle *q*, qui traverse la tige creuse *Z*.

T, *T*, vis qui réunissent la fourche *SKS* au talon *WW*, couronnement de la colonne du pied, et permettent en conséquence de séparer ou de joindre à volonté l'instrument et son pied.

v, *v*, petites vis de rappel des lunettes, avec leur vis de pression *p p*, qui fixe l'alidade pour opérer le mouvement lent de la vis de rappel.

E, *E*, *E*, vis du pied à trois fourches.

V, vis d'engrenage ou pignon, qui donne à la colonne du pied et à tout l'instrument, un mouvement général azimuthal sur un axe intérieur à la colonne *O*, lequel axe est fixé perpendiculairement au trépied, ainsi qu'au cercle horizontal *h*, qui porte et tient à ce trépied par des talons.

P, vis de pression pour arrêter le mouvement azimuthal.

Mouvemens de l'instrument

1.° La colonne *O* du pied, étant creuse et recevant intérieurement un axe fixé perpendiculairement sur le trépied, cette colonne a sur cet axe un mouvement de rotation qu'elle communique à tout l'instrument; et ce mouvement que nous appelons *azimuthal*, s'opère en desserrant la vis de pression *P*, et faisant tourner la colonne, soit promptement avec la main, soit insensiblement avec la vis à pignon *V*. Le cercle horizontal, *h*, sur lequel se fait la révolution, étant gradué, on peut, au moyen de l'alidade, qui porte les vis *P*, *V*, estimer les angles décrits ou les azimuths.

2.° En desserrant la vis de pression *H*, on peut faire tourner l'instrument sur l'axe *A*, et donner au plan du cercle, une inclinaison telle qu'il passe de la position horizontale à la position verticale, et propre aux observations astronomiques.

3.° On peut encore donner à la colonne, et à tout l'instrument, un petit mouvement d'inclinaison par le moyen des vis du pied *E*, *E*, *E*.

4.° Au moyen de la vis *G*, qui engrène dans le cercle dentelé, placé au-dessous du tambour *B*, on fait tourner insensiblement le cercle dans son propre plan, quelle que soit son inclinaison. Si l'on veut rendre ce mouvement plus prompt, on désengrène la vis *G*, par le moyen du ressort *R*, qui est fixé au tambour; et alors, avec la main, on fait tourner le cercle perpendiculairement à l'axe *Z*, et parallèlement au tambour *B*.

On voit donc que les mêmes mouvemens peuvent s'opérer jusqu'à un certain point et par le pied, et indépendamment

indépendamment du pied de l'instrument. C'est à l'observateur à juger, selon les circonstances, du moyen qu'il doit employer.

(69.) La *figure* 17 représente le support très-commode et très portatif, dont on fait usage pour l'établissement du cercle, soit en rase campagne, soit sur une tour ou dans un clocher; les trois pieds *P*, *P*, *P*, se replient en dedans, lorsque l'on veut, et aux trois angles de la planche ou appui triangulaire, sont trois petits sabots de cuivre *C*, *C*, *C*, faits pour recevoir les trois vis du pied de l'instrument; la tige *G* s'élève ou s'abaisse à volonté, au moyen d'une crémaillère, pour mettre l'instrument à la hauteur de l'œil de l'observateur.

Quoiqu'une fenêtre, un banc, ou une grosse pierre puisse servir très-bien d'appui à l'instrument, il vaut toujours beaucoup mieux emporter avec soi un pied de bois, semblable à celui décrit ci-dessus, qui est commode et d'un transport facile (1).

Usage du cercle répétiteur pour la mesure des angles sur le terrain.

(70.) Ayant établi l'instrument sur son pied et sur son support, dans la place où doit être faite la mesure de l'angle, voici les opérations préparatoires qui doivent précéder cette mesure.

1.° Lâchez la vis de pression *P*, du cercle azimuthal, et donnez à la colonne *O* un mouvement de rotation, jusqu'à ce que les deux supports *S*, *S*, de

(*) Ceux qui seroient dans le cas de faire exécuter un instrument pareil à celui qui vient d'être décrit, pourront s'adresser à M. Lenoir, habile ingénieur en instrumens de mathématiques et de physique, au dépôt de la marine, *rue de la place Vendôme*.

l'instrument, se trouvent à peu près dirigés entre les deux objets que vous devez observer; fixez ensuite le pied dans cette position, en serrant la même vis *P*. Cette disposition est la plus favorable pour pouvoir, dans la suite, amener le plan de l'instrument dans le plan des deux objets, lorsqu'il est un peu incliné à l'horizon.

2.° Lâchez la vis de pression *H* des supports, et donnant un mouvement au plan de l'instrument, cherchez à le placer dans la ligne, ou parallèlement à la ligne qui joint les deux objets, ce qui se juge facilement, en bornoyant de l'œil le limbe supérieur ou inférieur du cercle; fixez le plan dans cette position, en resserrant la même vis *H*.

3.° Rendez mobiles les deux lunettes, et par le moyen de leurs vis de rappel *v*, *v*, amenez la lunette supérieure *L*, sur le point zéro de la division, et ramenez au-dessous d'elle la lunette inférieure *F*.

4.° Faites tourner le cercle sur son tambour, soit au moyen de la vis *G*, soit en la désengrénant par le moyen du ressort *R*, et donnant le grand mouvement, jusqu'à ce que la lunette supérieure, fixée sur zéro, se trouve dans la direction de l'objet, qui est à droite; et rendant mobile la lunette inférieure, amenez-là dans la direction du second objet, qui se trouve à gauche. Dans cette position, si les deux objets ne se trouvent pas au centre des lunettes, c'est que l'instrument dans la seconde opération, n'a pas été tout-à-fait mis dans le plan des deux objets; servez-vous, pour l'y amener parfaitement, des vis du pied *E*, *E*, *E*, elles acheveront d'élever ou de pencher l'instrument, suffisamment pour que les deux points remarquables qu'on aura choisi, sur les deux

objets, dont on veut mesurer l'angle, se trouvent précisément au centre des lunettes.

Faites bien attention que chaque lunette de l'instrument peut être pointée sur un objet de deux manières fort différentes, soit en rendant la lunette mobile, en la faisant glisser sur le limbe immobile du cercle, par un grand mouvement de rotation sur le centre commun, ou par une vis de rappel qui opère le même mouvement, mais plus doux et plus insensible; soit en rendant la lunette fixe, mais faisant tourner le limbe qui l'entraîne avec lui. Ce mouvement de rotation du limbe peut s'exécuter de deux manières; on peut, premièrement, en lâchant la vis *P*, faire pivoter l'instrument sur son pied, et lui donner ce que nous appelons *le mouvement azimuthal*, c'est la première opération que nous avons faite; tout alors tourne en même temps dans l'instrument, excepté les trois branches du pied. On peut, secondement, par le moyen de la vis *G*, faire tourner le cercle et les lunettes sur le tambour *B*, et alors le pied, l'axe et les supports restent immobiles; cette seconde manière a l'avantage de faire tourner toujours ensemble le cercle et les lunettes, parallèlement et dans le même plan du limbe; c'est aussi la seule manière de se servir de l'instrument dans la mesure d'un angle, où il doit, autant qu'il est possible, rester toujours dans le même plan; enfin, les vis du pied servent aussi quelquefois, lorsque les lunettes doivent rester fixes sur le limbe, à les amener sur l'objet.

Il ne faut point se contenter de prendre pour point de mire l'axe des objets, on sent bien que, lorsque l'un est beaucoup plus élevé que l'autre, les fils verti-

caux des lunettes ne peuvent concourir avec ces axes; il faut prendre un point fixe et déterminé sur chaque objet, tel qu'une boule, une flèche, une girouette, un signal, etc.; et c'est ce point, qui, dans chaque mesure, doit être toujours maintenu et ramené au centre de la lunette, c'est-à-dire, à la croisée des fils ou infiniment proche, et sous le fil vertical.

Cette opération, pour mettre le plan de l'instrument parfaitement dans celui des deux points de mire que l'on a pris sur les objets dont on veut mesurer l'angle, demande du tâtonnement, mais l'usage et l'habitude apprennent à l'abréger. La correspondance des deux plans est essentielle, lorsque l'on vise à une grande exactitude; une fois obtenue, il faut la conserver. Si elle cessoit d'avoir lieu dans les divers mouvemens de rotation que l'on donnera à l'instrument, dans le cours de la mesure de l'angle, il faudra toujours, par le moyen des vis du pied *E*, *E*, *E*, ramener les mêmes points au centre des lunettes.

5.° L'instrument étant ainsi parfaitement établi, c'est-à-dire, son support et son pied étant fixes et inébranlables; son limbe et les lunettes, étant bien disposées dans le plan des deux objets; les vis *P*, *H*, et autres semblables, étant suffisamment serrées pour maintenir tout dans le même état, il faut encore, avant de se livrer à la mesure de l'angle, amener la lunette inférieure *F*, au-dessous de la supérieure *L*, et les pointant sur le même objet, examiner, avec soin, si la distinction des objets est égale dans l'une et dans l'autre, s'il n'y a point de parallaxe dans les fils, c'est-à-dire si en déplaçant l'œil à droite ou à gauche du centre de l'ouverture de l'oculaire, les objets resteront fixes sur le fil vertical; enfin, si le

fil horizontal de l'une et de l'autre lunette répondent au même point de l'objet, ou à la même hauteur.

On obtient la plus parfaite distinction en enfonçant ou retirant l'oculaire; la parallaxe se détruit en avançant ou reculant les fils, quand l'objectif est fixé; dans le cas contraire, c'est l'objectif que l'on peut mouvoir. Il ne faut pas croire que dans les courses et les transports qu'exigent les opérations géodésiques, un instrument puisse se conserver absolument dans l'état où il aura été mis une fois. Un observateur scrupuleux doit donc, dans chaque station, examiner et vérifier l'état de son instrument avant d'en faire usage, resserer les vis, corriger les mouvemens trop rudes ou trop lâches, mettre toutes les parties dans le meilleur état; le nouvel instrument demande d'autant plus ces précautions, que si, faute de quelqu'une, on fait une mauvaise opération, on a perdu un temps considérable lorsqu'il s'agit de recommencer.

Ces opérations et dispositions préliminaires étant achevées, il ne s'agit plus que de mesurer l'angle entre les deux objets.

MESURE DE L'ANGLE DOUBLE.

(71.) 1.° Amenez et fixez très-exactement la lunette supérieure L, sur le point zéro de la division, par le moyen de la petite vis de rappel v; et rendant le cercle mobile sur son tambour, tournez le limbe et les lunettes qu'il entraîne avec lui, jusqu'à ce que la lunette supérieure L soit dirigée sur celui des deux objets qui est à votre droite. Le mouvement lent de la vis G, servira à conduire le fil vertical sur le point de mire.

Pour rendre le cercle mobile sur son tambour, on peut se servir de la vis *G*, qui le fait tourner sur lui-même; mais comme ce mouvement est trop lent pour une grande révolution, il faut, au moyen du ressort *R*, désengréner la vis *G*, et prenant tout simplement le limbe avec la main, on le fait tourner, autant qu'il est nécessaire, on rengrène ensuite la vis *G*, en abattant le ressort pour fixer l'instrument; et s'il n'est pas parfaitement dans la position désirée, on l'y amène insensiblement par le moyen de la vis *G*.

2.° Le cercle restant bien fixe, rendez mobile la lunette inférieure *F*, et la faisant glisser sur le limbe, amenez-la sur l'objet à gauche, le mouvement lent de la petite vis de rappel *v*, servira à conduire le fil vertical sur le point de mire (*fig.* 18).

Pour rendre mobile les lunettes, il faut lâcher la petite vis de pression *p*, et leur donner à la main le grand mouvement; on serre ensuite la même vis de pression, et par le moyen de la vis de rappel *v*, on les ramène par un mouvement insensible sur le point juste où on veut les fixer.

3.° Rendez le cercle mobile sur son tambour; tournez le limbe et les lunettes qu'il entraîne avec lui, jusqu'à ce que la lunette inférieure *F* soit dirigée sur l'objet à droite (*fig.* 19), et par le mouvement lent de la vis *G*, ramenez le fil vertical sur le point de mire.

4.° Le cercle restant bien fixe, rendez mobile la lunette supérieure *L*, et la faisant glisser sur le limbe, amenez-la sur l'objet à gauche (*fig.* 20), et par le mouvement lent de la petite vis de rappel *v*, ramenez le fil vertical sur le point de mire.

Voilà le premier angle pris; remarquez donc les

degrés, les minutes et la fraction de minute que la ligne de foi de la lunette supérieure marque sur la division du limbe, ce sera le double de l'angle des deux objets que vous avez observés.

Soit *D* (*fig.* 18) l'objet à droite, *G* l'objet à gauche; par les opérations (1.° et 2.°), la lunette *L* se trouvera pointée sur *D*, la lunette *F* sur *G*; et comme la lunette *L* a été fixée sur le zéro de la division, si l'angle, entre les deux objets, est de dix degrés, la lunette *F* répondra au-dessous du dixième degré. Ensuite, par l'opération (3.°), le cercle seul tourne, les lunettes restent fixes sur le même point du limbe, et seulement la lunette *F* se trouvant entraînée, est mise dans la direction *D* (*fig.* 19); la lunette *L* se trouve en dehors de l'angle, faisant toujours le même angle de dix degrés, avec la lunette *F*; donc lorsque dans l'opération (4.°), on fait mouvoir la lunette *L*, pour la mettre dans la direction de *G*, il faut nécessairement que partant de zéro, elle décrive pour parvenir à *G* (*fig.* 20), un arc de 20 degrés, c'est-à-dire, double de l'angle des deux objets. L'inspection des figures rend cela suffisamment sensible.

MESURE DE L'ANGLE QUADRUPLE.

5.° Rendez le cercle mobile sur son tambour, tournez le limbe et les lunettes qu'il entraîne avec lui, jusqu'à ce que la lunette supérieure *L*, soit dirigée sur l'objet à droite (*fig.* 21), et amenez le fil vertical sur le point de mire.

6.° Le cercle restant bien fixe, rendez mobile la lunette inférieure *F*, et la faisant glisser sur le limbe,

amenez-la sur l'objet à gauche (*fig.* 22), et ramenez le fil vertical sur le point de mire.

7.° Rendez le cercle mobile sur son tambour, tournez le limbe et les lunettes qu'il entraîne avec lui, jusqu'à ce que la lunette inférieure *F*, soit dirigée sur l'objet à droite (*fig.* 23), et ramenez le fil vertical sur le point de mire.

8.° Le cercle restant bien fixe, rendez mobile la lunette supérieure *L*, et la laissant glisser sur le limbe, amenez-la sur l'objet à gauche (*fig.* 24), et ramenez le fil vertical sur le point de mire.

Voilà le second angle pris; remarquez donc les degrés, les minutes et la fraction de minute que la ligne de foi de la lunette supérieure marque sur la division du limbe, ce sera le quadruple de l'angle des deux objets.

Par la précédente mesure, la lunette *L* se trouvoit fixée sur 20 degrés; dans l'opération (5.°), on l'a amenée sur l'objet *D* (*fig.* 21), ce qui a rejeté la lunette *F* en dehors de l'angle. De sorte que pour ramener cette lunette *F* sur l'objet *G*, dans l'opération (6.°), il a fallu mouvoir cette lunette de 20 degrés, elle étoit précédemment à 10 degrés, elle se trouvera donc répondre à 30 degrés, (*fig.* 22); mais par l'opération (7.°), les lunettes restent fixes sur 20 et 30 degrés, le cercle seul tourne, et amenant la lunette *F* sur *D*, il rejette en dehors de l'angle, la lunette *L* (*fig.* 23); donc, lorsque dans l'opération (8.°) on fait mouvoir cette lunette *L*, pour la diriger sur le point *G*, il faut que partant de sa dernière position, ou de 20 degrés, elle décrive un angle double de l'angle des deux objets; elle se trouvera donc à 40 degrés (*fig.* 24), angle quadruple

de *GCD* que l'on a voulu mesurer, et ainsi des autres mesures. D'où l'on voit qu'à chaque mouvement particulier des lunettes, elles sont obligées de s'avancer toujours d'un arc double de l'angle à mesurer, parce que le mouvement de rotation du cercle les rejette alternativement hors de l'angle; de sorte que pour se rejoindre, se croiser et aller chercher l'autre objet le plus éloigné, elles parcourent deux fois la valeur de l'angle; donc 1.° la lunette *L* ou supérieure, parcourant ainsi successivement la circonférence du cercle, peut au bout de quelques mesures parcourir une, deux, trois fois, etc. la circonférence du cercle; c'est à quoi il faut prendre garde, et ajouter à chaque degré, sur lequel se trouve la lunette supérieure, autant de fois 360 degrés, que cette lunette a accompli de révolution entière du cercle; 2.° il doit toujours y avoir, d'une mesure à l'autre, une quantité constante pour différence, égale au double de l'angle cherché, c'est-à-dire, à la première mesure; il est bon en conséquence de calculer tout de suite, à chaque mesure, cette différence, pour reconnoître et avertir si l'on ne s'est point trompé.

MESURE DES ANGLES SEXTUPLES, OCTUPLES, etc.

(72.) Recommencez les opérations (5.°, 6.°, 7.°, 8.°); dans ces différens mouvemens de révolution des lunettes, pour les amener sur les objets, il est facile de se tromper en rendant la lunette mobile par elle-même, lorsque c'est le cercle qui doit tourner et l'entraîner avec lui; de l'attention et de l'habitude rendront ces erreurs fort rares: voici d'ailleurs quelques préceptes sûrs que l'on peut retenir. Le mouvement du cercle et celui d'une lunette, sont alterna-

tifs; le cercle et la lunette, ne doivent jamais être mobiles deux fois de suite.

Lorsqu'une des lunettes se trouve en dehors de l'angle, c'est à son tour à être mobile pour croiser l'autre lunette, et être ramenée sur l'objet le plus éloigné; et lorsque les deux lunettes se trouvent pointées sur les deux objets, c'est au tour du cercle à être mobile.

Enfin, l'angle n'est fermé, ou la mesure de l'angle n'est complet, que lorsque la lunette supérieure se trouve pointée sur l'objet à gauche.

De la précision des mesures prises avec le cercle répétiteur.

(73.) Ce que nous venons de dire précédemment sur la description et l'usage du cercle répétiteur, doit avoir déjà fait juger de la précision que l'on peut obtenir de la part de cet instrument. En effet, il est facile de voir que, comme la mesure de l'angle se fait et se répète successivement sur différens points du limbe, et comme la dernière mesure se subdivise toujours par le nombre de toutes les mesures antécédentes, les erreurs de la division diminuent d'autant plus, que l'on multiplie les observations; de sorte qu'il ne tient, pour ainsi dire, qu'à la patience de l'observateur, que ces erreurs ne soient à la fin presque totalement détruites. De plus, si l'on a reconnu que la plus forte erreur de la division, dans l'instrument dont on se sert, monte à 20 secondes, prenez toujours dix mesures doubles de chaque angle; alors, s'il arrive de tomber définitivement sur un des points le plus en erreur, comme à la dernière mesure, on subdivisera par 20, l'erreur sera réduite

à une seconde, et elle eût été zéro sur les autres points.

Un habile artiste, ingénieur en instrument de mathématiques, tel que M. Lenoir, peut répondre de ne pas faire une erreur plus forte de 10 ou 15 secondes, sur la division d'un cercle de six pouces de rayon.

Il est donc très-certain que s'il n'y avoit d'autres sources d'erreurs que celle de la division, on pourroit toujours se flatter d'obtenir la mesure des angles à la seconde même. Mais il faut l'avouer, d'autres causes et d'autres circonstances, qui ne se rencontrent que trop souvent dans la pratique, ne permettent point de garantir une pareille précision, qui pourra bien s'obtenir dans quelques angles, mais qui n'aura pas également lieu dans une longue suite d'opérations.

Il faut d'abord considérer que sur un cercle de six pouces de rayon, dont le nonius ne donne que trente secondes, l'observateur le plus exercé, ne peut juger par estime qu'à sept ou huit secondes près, et ne répondra non plus qu'à quatre secondes environ de la coïncidence du nonius avec le zéro de la division, au point de départ. L'on ne craint donc pas de porter à dix secondes l'erreur possible appartenant à ces deux estimes. On sait ensuite que les objets ne se trouvent pas toujours à la même distance de l'observateur, qu'en conséquence les fils du champ de la lunette se trouvent tantôt plus petits, tantôt plus gros que les objets sur lesquels on les pointe; et dans ce dernier cas, il les couvre entièrement, et l'on ne peut plus répondre de la parfaite coïncidence du centre de l'objet et du centre du fil. De plus, les praticiens

connoissent les variations d'aspect qu'éprouvent fréquemment les objets plus gros ou plus petits, plus ou moins distincts, selon qu'ils sont plus ou moins éclairés du soleil ou se détachent sur des teintes plus ou moins favorables.

L'instrument est d'autant plus exposé aux erreurs de ces variations, qu'il faut près d'une heure à l'observateur le plus exercé, pour mesurer un seul angle, un nombre de fois suffisant; et pendant une heure, un observateur, en rase campagne ou sur le sommet d'un clocher, éprouve bien des variations de circonstances plus ou moins défavorables, et qui doivent entrer en ligne de compte dans le chapitre des erreurs possibles à commettre. C'est, sans doute, être modéré de ne porter qu'à cinq secondes, les erreurs qui peuvent résulter de ces inconvéniens dans le mirage des objets, et par conséquent sur la mesure de l'angle. Si l'objet est éloigné et dans l'horizon, la lumière du soleil est plus nuisible que favorable, parce que l'objet éclairé se détache moins bien sur le ciel, que lorsqu'il est dans l'ombre.

Le maniement du cercle demande beaucoup d'attention et de douceur dans les mouvemens, pour ne point se troubler dans les mesures, et ne pas fatiguer l'instrument.

L'on voit donc qu'il est très-possible de commettre, dans la mesure d'un angle, une erreur de 15 secondes, par-delà celle qui peut appartenir à la division; supposons celle-ci pareillement de 15 secondes, la somme des erreurs, en les supposant dans le même sens, montera donc à 30 secondes, et dans ce cas, ce ne sera qu'à la quinzième mesure de l'angle double que cette erreur se trouvera anéantie par la subdivision.

Digitized by Google

Il est sans doute inutile de pousser si loin les mesures, premièrement, parce que cela demande un temps si considérable, que l'observateur le plus courageux, en seroit rebuté et très-fatigué; d'ailleurs les circonstances de temps et de lieu le permettroient rarement. Secondement, parce qu'il n'est guère à présumer que toutes les erreurs s'accordent à avoir lieu dans le même sens, et que cela arrive précisément à la dernière mesure où l'on s'arrête, qui est celle dont le résultat est préférable aux autres, à cause de la subdivision qui atténue d'avantage les erreurs. Mais l'expérience a montré, que passé la sixième mesure d'angle double, les résultats ne différoient plus entre eux que d'une ou deux secondes, et que lorsque les circonstances n'étoient point défavorables, il étoit à peu près inutile de pousser au-delà du dixième angle double, qui ne pouvoit manquer d'être à une seconde près le véritable; précision certainement plus que suffisante pour les opérations, et le but auquel ces mesures sont employées. On peut même remarquer qu'entre les angles conclus de chaque mesure, après la subdivision, il n'y a jamais plus de 10 secondes de différence entre les plus éloignés; que si l'on se fut contenté de l'angle quadruple, on n'eût jamais été plus loin de l'angle vrai que de 6 secondes, et le plus souvent à 3 secondes près.

Il nous reste à faire ici une remarque essentielle. Il seroit possible, et cela peut arriver souvent, que le nouveau cercle eût donné la mesure parfaite des trois angles d'un triangle, et qu'en les assemblant, il se trouvât une erreur en plus ou en moins sur deux angles droits; erreur qui n'appartiendroit nullement à l'instrument, ni même à l'observateur, mais à la

réduction qu'on est presque toujours obligé de faire au centre de la station. Or, il n'est pas toujours fort facile d'avoir la mesure assez précise de la distance à ce centre et de la direction où a été faite la mesure directe de l'angle, pour ne pas commettre dans la réduction une erreur d'une seconde et au-delà.

Les premiers cercles répétiteurs sont ceux qui ont servi à la mesure de l'arc terrestre, par MM. Delambre et Mechain; ils ont seize pouces de diamètre, sont divisés en 400 degrés, et le degré en dix parties; le dernier donne des centièmes de degré.

Depuis plusieurs années, M. Lenoir a varié les constructions, et a rendu cet instrument applicable à tous les genres d'observations astronomiques; il en a construit depuis vingt pouces de diamètre; et en décroissant jusqu'à dix pouces.

Il en a construit d'autres pour les opérations géodésiques, depuis neuf pouces jusqu'à quatre pouces; avec un instrument de neuf pouces, on peut observer des distances de plus de 6000 mètres, et après quatre observations, un observateur exercé doit être assuré de ne pas commettre d'erreur au-dessus de 5 secondes.

Avec un instrument de quatre pouces, on peut observer des distances de 2000 à 2400 mètres, sans craindre l'erreur d'une minute.

M. Lenoir, travaillant journellement à la perfection des instrumens de physique et d'astronomie, s'est appliqué particulièrement aux cercles répétiteurs, dont les constructions deviennent de plus en plus simples.

CHAPITRE IV.

Description et usage de l'Octant ou *Quartier de réflexion.*

(74.) L'OCTANT est un instrument, dont on se sert en mer pour observer les hauteurs et les distances des astres, en regardant un des astres directement et l'autre par la réflexion de deux miroirs, en sorte qu'on voit les deux astres se toucher. La découverte de cet instrument est due à Hadley.

L'instrument de Hadley est composé d'un demi-quart de cercle *DF* (*fig.* 25) qui porte un limbe ou arc de 45 degrés, divisé en quatre-vingt-dix parties ou demi-degrés, dont chacun répond à un degré entier dans l'observation; il y a une alidade *MN* mobile sur le centre pour marquer les divisions. Près du centre de cette alidade est un miroir plan *I*, perpendiculaire au plan de l'instrument placé dans la direction de l'alidade, ou bien faisant avec la ligne du milieu de l'alidade, un angle de 4 à 5 degrés. *H* est un autre miroir plan, plus petit, arrêté sur l'*octant* parallèlement au rayon *MF* pour recevoir l'image réfléchie par le grand miroir *I*. C'est dans ce petit miroir que regarde l'observateur; quand l'alidade est au commencement de la division, c'est-à-dire, vers *F*, la surface du petit miroir *H* doit être exactement parallèle à celle du premier; la glace du petit miroir est vis-à-vis de l'observateur, et celle du grand miroir dans le sens contraire. La lunette *LO* est sur un des côtés de l'*octant*, il faut que son axe soit perpendiculaire à ce côté, et en même temps qu'il soit en face du milieu du miroir *H*; il n'y a que la moitié de

l'objectif qui reçoit les rayons réfléchis par ce dernier miroir, parce que l'autre moitié sert à laisser passer les rayons qui viennent de l'objet qu'on voit directement. Dans la disposition des deux miroirs, il est nécessaire qu'un rayon de lumière, venant d'un point voisin du milieu du grand miroir, tombe au milieu du second, sous un angle de 70 degrés ou environ; que de-là il soit réfléchi parallèlement à l'axe de la lunette, et que les rayons qui viennent de l'objet, par le côté transparent, passent avec une entière liberté : on place devant le miroir un verre noirci, encadré dans un chassis tournant sur une charnière; on le met devant le grand miroir *I*, quand la lumière du soleil ou de la lune est trop vive; il peut y avoir plusieurs de ces verres pour les temps où le soleil est plus vif. Si les deux objets sont éloignés de plus de 90 degrés, on retourne l'œil de la lunette, comme on le voit en *O'*; on se sert d'un autre petit miroir *H'*, perpendiculaire au petit miroir *H*, les rayons de l'objet sont réfléchis par le grand miroir *I*; de celui-ci ils vont au petit miroir *H'*, et du miroir à la lunette *O'* : c'est ce qu'on appelle *observer par derrière*. Si c'est le soleil, dont on observe la hauteur, on regarde dans la lunette la partie de l'horizon qui est opposée au soleil, et l'on tourne le dos au soleil.

Pour bien faire comprendre l'effet des deux réflexions, supposons le soleil *S* (*fig.* 26) élevé de 20 degrés; l'alidade étant éloigné du commencement de la division de 10 degrés, ainsi que le miroir *BD* qui est fixé sur l'alidade, le rayon *SL* tombera sur le miroir sous un angle de 10 degrés; car si le miroir étoit vertical, le rayon qui est élevé de 20 degrés feroit, avec le miroir, un angle de 70 degrés; mais le miroir est incliné

incliné de 10 degrés, sur la droite, dont l'angle *SLB* est de 80 degrés; le rayon se réfléchira sous un angle égal, c'est-à-dire, que l'angle *DLI* sera aussi de 80 degrés, l'angle *ZLI* de 100 degrés; donc *LI* sera parallèle à l'horizon, le rayon réfléchi rencontre en *I* le petit miroir qui est parallèle au côté de l'instrument, par conséquent perpendiculaire à l'horizon, et sera réfléchi horizontalement vers l'œil *O;* donc le soleil paroîtra toucher l'horizon, quoique élevé de 20 degrés.

Comme les deux miroirs s'embarrasseroient réciproquement, on les incline de quelques degrés; par exemple, de 5 degrés, alors l'angle *SLB* est de 85 degrés, de même que l'angle *DLI;* et comme le miroir fait avec la verticale un angle de 15 degrés, le rayon *LI* est incliné de 100 degrés ou de 80 degrés, il tombe sur le miroir *I*, sous un angle de 80 degrés; il en est réfléchi sous le même angle, mais le miroir *I* étant incliné de 10 degrés, le rayon réfléchi se trouve incliné de 90 degrés; c'est à-dire, parallèle à l'horizon, et l'œil placé en *O*, voit l'horizon et le soleil sur la même ligne.

Pour observer par derrière, l'on se sert d'un miroir qui est à l'angle droit du miroir *I*. Soit *O* (*fig.* 27) l'œil de l'observateur qui regarde l'horizon *H* opposé au soleil, *SL* le rayon incident du soleil qui est supposé élevé de 20 degrés; l'angle *SLZ* étant de 70 degrés, le miroir *BD* étant écarté de 10 degrés du commencement de la division de l'instrument ou de la verticale, l'angle d'incidence *SLB* est de 80 degrés, de même que l'angle de réflexion *DLI*, ainsi le rayon réfléchi *LI* est incliné sur la verticale *ZL* de 90 degrés, ou parallèle à l'horizon; s'il pouvoit tomber sur un miroir *I*, qui est horizontal, il se réfléchi-

roit en *O* encore horizontal ; sa direction aura donc changé de 20 degrés, et l'œil *O* verroit aussi le soleil à l'horizon.

Mais, comme dans la pratique, on ne peut pas voir un objet horizontal dans un miroir placé horizontalement, supposons qu'on ait donné aux deux miroirs, dans le principe, une inclinaison de 5 degrés ; alors l'angle *SLB* sera de 85 degrés, de même que l'angle *DLI* formé par le rayon réfléchi du grand miroir ; ainsi le rayon *LI* fera, avec la verticale, un angle de 100 degrés en haut, ou 10 degrés avec l'horizon ; il tombera sur le miroir *I*, incliné de 5 degrés sous un angle de 5 degrés ; il sera réfléchi sous un pareil angle de 5 degrés, ainsi son inclinaison changera de 10 degrés, et il deviendra parallèle à l'horizon. On voit par-là, pourquoi un arc de 45 degrés suffit pour observer des arcs de 90 degrés ; un rayon réfléchi se détourne du double de l'angle qu'il fait avec le miroir réfléchissant ; s'il tombe sur un miroir, sous un angle de 10 degrés, son inclinaison change de 20 degrés ; ainsi il suffit de changer le miroir et l'alidade de 10 degrés, pour amener à l'horizon le soleil, quoique élevé de 20 degrés ; et il suffit de le changer de 45 degrés, pour 90 degrés de hauteur.

On doit donc diviser le limbe avec un soin extrême, parce que les réflexions doublent toutes les erreurs commises dans la division. L'alidade doit avoir un mouvement assuré sur le centre de l'instrument, et il est nécessaire que son axe soit toujours perpendiculaire au plan de l'*octant* ; car, pour peu qu'il vienne à changer, il fera changer aussi l'inclinaison du grand miroir que porte l'alidade, par rapport au petit miroir qui est sur le limbe ; il faut encore que le mouve-

ment de cette pièce soit facile, et l'on doit la faire la plus large qu'il est possible dans la partie voisine du centre. Les surfaces des miroirs doivent être parfaitement planes ; car la moindre courbure dans l'un de ces deux miroirs, non-seulement rendroit l'objet confus, mais en feroit encore varier la position, parce que l'objet seroit diversement réfléchi par différentes parties des miroirs. Il est nécessaire que les miroirs soient de métal ou de glace, et que leurs surfaces soient les plus parallèles qu'il est possible : on peut cependant leur passer une petite déviation, pourvu que leurs bords, tant le plus épais que le plus mince (et par conséquent la section commune de leurs surfaces) soient parallèles au plan de l'instrument; car, en ce cas, quoique l'objet soit plusieurs fois répété, les répétitions se font toujours fort près l'une de l'autre, et il y en a toujours quelqu'une que l'on peut prendre, à moins que l'on observe un angle fort petit. Le plus grand embarras sera pour lors d'observer une petite étoile, parce que la lumière se partagera aux différentes images. Pour s'assurer du parallélisme, on mesurera la distance de deux objets, le miroir étant retourné de haut en bas dans sa monture, la moitié de la différence sera l'angle des deux surfaces. M. Borda a calculé une table de l'erreur qui en résulte sur les angles.

En montant la lunette, il faut avoir l'attention que l'on en puisse changer facilement la situation, pour que les rayons réfléchis tombent sur une étendue plus ou moins grande de l'objectif, suivant que les objets sont plus ou moins éclairés. Une partie de la glace du petit miroir doit être transparente, afin que si l'un des objets est suffisamment lumineux, et que

l'autre ne le soit pas assez, l'on puisse voir au travers l'objet dont la clarté est la plus foible; si le petit miroir à une partie de polie par derrière, et une partie polie et étamée, on se sert de celle-ci pour les étoiles, et de la première pour le soleil et la lune, qui ont beaucoup de lumière. Sans cela, si l'on prend pour l'un des objets, le soleil, ou que l'on compare la lune à une petite étoile fixe, on est obligé de diminuer la vivacité de leurs images réfléchies par l'interposition d'un ou de plusieurs verres obscurs.

Il n'est pas nécessaire d'ass rer parfaitement la lunette, il suffit que les miroirs soient bien disposés par rapport au secteur et à l'alidade, pour que l'observateur voie parfaitement le second miroir, et se serve avec avantage de l'instrument.

Il est facile de juger que cet *octant* n'a point besoin d'un piédestal ou support solide; car, quoique l'agitation de l'instrument puisse faire vaciller les images des objets, leurs mouvemens apparens relatifs se feront toujours à peu près dans des lignes parallèles, et il ne sera pas difficile de déterminer si les objets se couvrent ou s'ils s'éloignent. Quand les objets ne sont pas éloignés, et que la lunette ne les grossit que quatre ou cinq fois, on peut tenir l'instrument à la main, sans son pied. C'est de cette manière que l'on est en état de prendre sur mer, lorsqu'il n'y a pas de mauvais temps, la hauteur du soleil, de la lune et des étoiles les plus brillantes, et leurs distances.

Pour s'assurer que le grand miroir est perpendiculaire au plan de l'instrument, on place sur le limbe deux pièces de cuivre qui soient de même hauteur, on regarde l'une directement, et l'autre par la réflexion du grand miroir. Si les surfaces supérieures

sont dans la même ligne droite, on est sûr que le miroir est perpendiculaire au plan, sinon il faut le changer, par le moyen d'une vis de la base, ou d'une vis de derrière.

On peut aussi le placer sur une base ou platine qui puisse tourner par le moyen d'une vis, et par ce moyen le vérifier sur toutes les positions.

Pour rendre le petit miroir perpendiculaire au plan, on fait coïncider les deux images d'une étoile, en tenant l'instrument vertical, et ensuite horizontal; car elles ne peuvent coïncider dans les deux sens à moins que le petit miroir ne soit aussi perpendiculaire au plan de l'instrument.

Le petit miroir postérieur est plus difficile à ajuster; M. Dollond en vient à bout, par le moyen d'un bras qu'il y applique, et cette invention a été jugée digne, en Angleterre, d'un privilége exclusif.

M. Magellan dispose les petits miroirs de façon qu'ils puissent tourner sur un axe commun, et il détermine l'angle qu'ils font, par le moyen des divisions de l'instrument. On trouvera dans son livre, un grand nombre de moyens relatifs à la construction et à l'usage de cet instrument. Il y a aussi de très-grands détails sur le même instrument, dans *le Guide du Navigateur*, par M. Lévêque.

La lunette est une partie essentielle de ces instrumens, surtout lorsqu'on veut la faire servir à d'autres observations qu'à celles du soleil, comme à la lune et aux étoiles; on s'en dispense trop souvent dans l'usage de la marine, surtout en Angleterre, où l'on voit partout des *octans* à pinnules, avec lesquels on ne sauroit mesurer les distances à une minute près.

Suivant de la Caille, il faut que la lunette d'un *octant* soit construite comme une grosse lorgnette d'opéra; c'est-à-dire, avec un objectif de dix pouces de foyer, et un oculaire concave ou plan concave de trois pouces et demi, ou quatre pouces de foyer. L'ouverture de l'objectif doit être de vingt-quatre à vingt-huit lignes de diamètre, celle de l'oculaire de deux à trois lignes au plus; le tuyau peut être de cuivre ou de bois, couvert de chagrin ou de roussette; l'oculaire doit être placé dans un tuyau mobile, tenant à frottement un peu rude, afin que l'observateur puisse l'allonger au point qui convient à sa vue, et qu'il ne s'enfonce pas en choquant contre le visage. Il faut de plus que l'objectif soit bien centré, selon l'axe de la lunette; le tuyau doit être arrêté sur l'instrument, de sorte que son axe soit parallèle au plan de l'instrument, et qu'il passe par le milieu de la ligne qui sépare dans le petit miroir *I*, la partie étamée de la partie transparente, ou par le milieu de la fente de ce miroir, s'il en a une.

Pour s'assurer que la lunette est parallèle au plan de l'instrument, on mesure la distance de deux objets éloignés de 90 degrés ou plus; s'ils sont toujours en contact dans la partie inférieure de la lunette, et dans sa partie supérieure, ou la plus éloignée du plan, c'est une preuve que la lunette est parallèle au plan, sans quoi ils paroîtront anticiper l'un sur l'autre dans un endroit, quand ils seront en contact dans l'autre; alors on mesure deux distances qui sont dans des plans différens.

Pour s'assurer que la lunette est perpendiculaire à la ligne du commencement de la division, l'on regarde les deux images d'un même objet, l'une directe

et l'autre réfléchie; on les fait coïncider, en faisant mouvoir l'alidade, et si elle ne marque pas zéro de degrés et de minutes, la différence est l'erreur de la lunette, qu'il suffit de connoître pour en tenir compte dans la mesure des distances et des hauteurs.

Pour observer la hauteur d'un astre avec l'*octant*, on dirige la lunette à l'horizon, et en inclinant le miroir mobile, on rend horizontal le rayon de l'astre par une double réflexion; l'observation se fait d'autant plus aisément, qu'il suffit de faire concourir le centre ou le bord de l'astre avec l'horizon, sans qu'il importe qu'on voie ces deux objets par un point un peu plus haut ou un peu plus bas de la glace, ni par conséquent qu'on soit obligé, comme dans l'usage des autres instrumens, de faire concourir l'horizon et l'image du soleil dans un point précis marqué sur l'instrument, ce que le mouvement du vaisseau rendoit impossible autrefois; il suffit ici de s'assurer que l'*octant* est sensiblement vertical pendant l'observation; pour cela, en regardant toujours l'image du soleil sur l'horizon, on fait balancer légèrement le plan, en l'inclinant un peu de droite à gauche, et de gauche à droite; alors, si le soleil reste sensiblement à la même hauteur, son image vue dans le petit miroir, paroît décrire un arc de cercle, dont le point du ciel, où est le soleil, est le centre : cet arc doit toucher l'horizon dans le point où le vertical le coupe; ainsi à égales distances de part et d'autre de ce point, l'image du soleil doit paroître également éloignée de l'horizon; et dans ce point seul, elle doit concourir exactement avec l'horizon; on peut choisir le point du soleil, dont on veut avoir la hauteur, la plupart des marins se servent du bord inférieur de l'image du

soleil, au lieu du centre, ce qui est beaucoup plus exact. Pour observer la distance des deux astres, on met le plan de l'instrument dans le plan des deux astres; on regarde l'un directement par l'ouverture du miroir fixe, et l'on amène l'autre dans la même direction, en inclinant l'alidade et le miroir mobile. Avec un *octant* bien fait de vingt pouces de rayon, on peut avoir la hauteur du soleil, ou sa distance à la lune, à une minute près, et, mieux encore, ce qui suffit pour trouver la longitude en mer, à un demi-degré près.

Depuis 1731, on a tenté divers changemens pour le quartier de réflexion; Caleb Smith en proposa un, où, au lieu de voir l'horizon directement et l'image de l'astre par une double réflexion, on voit l'un et l'autre par une réflexion simple : on en trouvera la description dans les *Mémoires de mathématique et de physique*, rédigés à l'observatoire de Marseille, *année* 1755, *première partie*; cet instrument étoit encore une découverte nouvelle : l'observation par derrière y est beaucoup moins difficile qu'avec l'*octant* de Hadley; on ne change point de miroir, on rectifie l'instrument de la même manière que pour observer par devant.

On commence depuis peu à employer un cercle entier à la place d'un *octant*, pour prendre les distances en mer; les vérifications sont plus faciles et les erreurs de la division et du parallélisme se corrigent plus exactement : on prend la somme de plusieurs distances, au lieu d'une seule, et les erreurs de la division se compensent; les plus habiles artistes en ont reconnu les avantages, même pour les observations astronomiques, sur les instrumens ordinaires; on en trouvera

la description dans le chapitre suivant, telle qu'elle a été donnée par Borda.

Usage de l'Octant pour lever la carte d'un pays (1).

(75.) L'octant peut être utile pour mesurer les angles compris entre les objets éloignés, situés sur l'horizon. En effet, on distingue facilement, même à la vue simple, des objets obscurs devant un ciel brillant, ou des objets brillans devant un ciel obscur, et on peut très-bien s'assurer de leur coincidence dans l'octant; mais les objets plus bas que l'horizon peuvent difficilement s'appercevoir entièrement avec l'octant, surtout s'ils sont petits ou éloignés. Les objets vus directement perdent beaucoup de leur lumière, étant vus à travers la partie transparente du miroir horizontal, ainsi il vaudra mieux que cette partie soit totalement retranchée.

Il convient de prendre la distance de chaque objet à deux ou trois des autres, et mutuellement les distances de ces derniers. Si l'on désigne par *A*, *B*, *C*, *D*, etc. les objets, on prendra la distance de *A* à *B* et à *C*, ensuite celles de *B* à *C* et à *D*, etc., et les observations se vérifieront l'une l'autre, non que la somme des distances de différens objets intermédiaires soit toujours égale à la distance des deux extrêmes, ou que la somme des angles observés autour de l'horizon fasse toujours 360 degrés; on ne doit pas attendre une si grande précision dans les observations, à moins que les objets ne soient tous situés dans un même plan. Néanmoins la méthode que l'on prescrit est une bonne vérification pour prévenir de grosses

(*) Extrait du Guide du Navigateur, par M. Lévêque.

erreurs, principalement les méprises qu'on pourroit faire en comptant les angles sur le limbe. Ces distances n'ont besoin d'aucune autre correction que celle de l'erreur de rectification. Si l'on vouloit en outre mesurer l'élévation ou l'abaissement de chaque objet au-dessus du plan de l'horizon, on pourroit corriger chaque observation, afin de réduire les angles au plan de l'horizon; mais cela augmenteroit considérablement le travail, et cette correction pour les objets éloignés est si petite qu'on peut très-bien l'omettre.

Quoique l'octant ne donne pas les angles entre les objets éloignés avec toute l'exactitude qu'exigent les observateurs, néanmoins il peut servir à relever les plans ordinaires, avec une exactitude suffisante, et avec une grande promptitude. Si l'on avoit besoin de faire une opération plus exacte, on pourroit d'abord se servir de l'octant pour faire le premier plan, afin de juger où l'on devroit fixer les principales stations. On prendra cinq ou six de ces stations dans tout relèvement qu'on veut faire avec exactitude; elles doivent être tellement choisies, que chacune soit visible de toutes les autres, et telles qu'on puisse commander toutes les parties du terrain, au moins de deux d'elles; puis on déterminera les plans de ces stations principales, avec un instrument plus étendu, garni de lunettes au lieu de simples pinnules. L'octant servira alors à placer sur le plan, les villages et autres lieux d'une moindre importance, qui se trouveront proches de quelqu'une des stations principales.

Il est souvent utile dans le relèvement des cartes, de conduire une ligne droite à travers tout le pays. Pour faire cette opération, on déterminera l'endroit où une ligne tirée d'un point donné de l'horizon par

l'œil de l'observateur, rencontrera de nouveau l'horizon de l'autre côté; ceci consiste seulement à bien former un angle de 180 degrés d'un objet donné. Pour cela, on mettra l'alidade sur 180 degrés, et en appliquant l'œil à la pinnule postérieure, on dirigera la vue à l'objet proposé. On remarquera quel est le point de l'horizon, qui, vu par réflexion, coïncide avec cet objet vu directement, et ce point sera celui ou la ligne coupera de nouveau l'horizon. Autrement on pourra diriger la vue à la partie de l'horizon qui est à peu-près opposé à l'objet donné, et observer quel est le point de l'horizon qui, vu directement, coïncide avec l'objet que l'on voit alors par réflexion. On doit préférer l'une ou l'autre de ces méthodes, selon que c'est l'objet ou la partie de l'horizon qui lui est opposée, qui est le plus brillant; par ce moyen, on peut tracer une ligne méridienne traversant tout un pays.

Il est aussi utile pour un observateur de connoître quand il est dans la ligne qui joint deux objets éloignés. Dans le relèvement des cartes, il est souvent difficile de reconnoître un objet très-éloigné, principalement si on ne fait que le découvrir au-dessus de quelque éminence intermédiaire. Le moyen le plus certain pour s'assurer d'un lieu qu'on voit ainsi, est de se transporter sur l'éminence intermédiaire, afin que l'on puisse voir cet objet à une distance beaucoup moins considérable; mais il faut le voir en ligne directe : car à moins qu'on ne regarde dans la même direction qu'auparavant, l'aspect sera tellement changé qu'on ne pourra pas souvent le reconnoître. Il est donc très-important d'avoir une méthode pour connoître quand on est exactement dans cette ligne; lors donc

qu'on approchera de ce point intermédiaire, on mettra l'alidade à 180 degrés, comme ci-dessus; on dirigera la vue sur quelques objets que l'on peut supposer être celui que l'on cherche, et on observera s'il coïncide alors avec la première station, vue par réflexion; sinon on changera de plan, jusqu'à ce qu'il le fasse, et alors on sera dans la ligne qui joint la premiere station et l'objet; ou bien on pourra diriger la vue sur la première station, et on observera l'objet éloigné, par réflexion, selon que l'on distinguera plus aisément l'un ou l'autre.

Usage de l'octant dans le relèvement des plans d'une étendue médiocre.

(76.) On fait ces relèvemens quelquefois en mesurant les angles, et quelquefois en mesurant seulement les distances. Les meilleurs opérateurs emploient les deux méthodes, afin qu'elles se servent mutuellement de preuve; on prendra ces angles avec plus de promptitude et moins de peine, avec un octant qu'avec un graphomètre, ou d'autres instrumens communément employés, et qui exigent de la stabilité; mais alors ces angles seront mesurés dans les différens plans sur lesquels les objets seront situés, et non réduits au même plan horizontal, comme lorsqu'on se sert du graphomètre ou de la planchette, dont les visières sont à bascule, et qui sont ordinairement garnis d'un niveau. Si le terrain est très-montueux, et par conséquent très-peu de niveau, ceci pourroit produire des erreurs dans le plan du terrain, et aussi dans le toisé que l'on feroit d'après ce plan. Dans ce cas, on peut mesurer les différentes élévations et les différens abaissemens, et réduire les angles observés à ceux

qu'on aurait mesurés dans le plan horizontal, mais cela ne peut se faire qu'en augmentant considérablement le travail.

Outre les corrections dont nous venons de parler, il faut encore en faire nécessairement une autre si les objets sont très-proches; car l'octant marque sur le limbe l'angle qu'un rayon tiré de l'objet réfléchi au centre du grand miroir, fait avec un rayon tiré de l'autre objet au centre du miroir horizontal, ou, ce qui revient au même, à la pinnule. L'œil étant toujours placé à la pinnule, il s'ensuit que, lorsque la première de ces lignes coupe l'autre précisément au trou oculaire, l'octant marque alors l'angle exact que les objets soutendent à l'égard de l'œil ainsi placé, l'instrument étant supprimé. Si l'intersection de ces lignes tombe ailleurs, il y aura une différence entre l'angle indiqué sur le limbe, et celui que les objets soutendent par rapport à l'œil. Cette différence est rarement digne d'être remarquée.

En ajustant le miroir horizontal antérieur, si, au lieu d'employer un objet éloigné, on l'ajuste sur l'objet que l'on doit voir directement, l'octant désignera alors sur son limbe l'angle exact que les objets soutendent au centre du grand miroir, soit qu'ils soient proches, soit qu'ils soient éloignés: celui-ci n'est pas, à la vérité, l'angle que les objets soutendent par rapport à l'œil placé à la pinnule; mais il est quelquefois utile de déterminer celui qu'ils soutendent au centre du grand miroir; ou bien, si l'on ne veut pas altérer la rectification déjà faite par un objet éloigné, on cherchera l'erreur de rectification, en employant seulement pour cet effet l'objet que l'on doit avoir directement, au lieu d'un objet éloigné. L'erreur de

rectification ainsi déterminée, doit s'ajouter ou se soustraire de l'angle désigné sur le limbe.

En supposant le miroir horizontal rectifié sur un objet éloigné, la différence entre l'angle désigné sur le limbe et l'angle que les objets soutendent au centre du grand miroir, provient entièrement de l'éloignement de l'objet vu directement. Au contraire, la différence entre le premier angle et celui que les objets soutendent par rapport à l'œil placé à la pinnule, dépend entièrement de la place de l'objet vu par réflexion; c'est-à-dire, qu'elle dépend de son éloignement et de l'angle désigné sur le limbe, et nullement de la distance de l'objet vu directement.

Lorsqu'on relève un plan par des mesures immédiates seulement, sans mesurer d'angles, il est d'usage de conduire une ligne droite à travers le terrain, et le plus près possible de toutes les clôtures ou limites; ensuite on abaisse des perpendiculaires sur cette ligne de chacune des sinuosités de la clôture. Cette ligne s'appelle *ligne de station*, et chacune de ses extrémités, auxquelles on plante des jalons, s'appelle *station*; ces perpendiculaires s'appellent *ordonnées*; on les mesure avec un mètre ou une chaîne. Les distances des différens points, où la perpendiculaire coupe la ligne de station, et comptés depuis la première station, doivent aussi se mesurer avec la chaîne. Ainsi, ayant tiré sur le papier une ligne pour représenter celle de station, on place dessus toutes les perpendiculaires ou ordonnées avec l'échelle du plan; alors, en joignant les extrémités de ces perpendiculaires, on aura un plan parfait des limites du terrain; on peut relever par cette méthode le plan d'une terre considérable.

Dans ces dernières opérations, il est utile de tracer une ligne à travers la portion de terrain dont on veut avoir le plan, et par son milieu; et même d'en mener une autre perpendiculaire à celle-ci. Alors menant sur ces lignes des perpendiculaires de tous les points remarquables, principalement de ceux qui limitent le terrain, on aura une figure exacte de tout le terrain. Car, quoiqu'on puisse relever les différens enclos séparément avec assez d'exactitude, néanmoins si l'on commet de petites erreurs dans la forme de chacun, lorsqu'on aura rassemblé le tout, les erreurs seront alors accumulées, et le plan n'aura point de ressemblance.

Ayant besoin d'un aussi grand nombre de perpendiculaires, il est nécessaire d'avoir une méthode aisée pour les tracer. Aucun instrument ne peut être plus expéditif que l'octant; on ajustera l'instrument, et on fixera l'alidade sur 90 degrés; l'opérateur marchera le long de la ligne de station avec l'octant en main, en dirigeant toujours la vue sur le jalon le plus éloigné, tandis que son aide marche le long des limites du terrain. Alors si l'opérateur veut élever une perpendiculaire d'un point donné de la ligne de station, il s'arrêtera à ce point, et attendra jusqu'à ce qu'il voie son aide par réflexion dans l'octant; celui-ci sera alors au point du contour par où doit passer cette perpendiculaire. Si au contraire l'opérateur veut abaisser une perpendiculaire d'un point donné sur le contour du terrain, alors l'aide n'a qu'à s'arrêter sur ce point, et l'opérateur marcher sur la ligne de station, jusqu'à ce qu'il voie son aide par réflexion dans l'octant, et il sera alors au point où doit tomber la perpendiculaire abaissée du point proposé.

Si l'on a besoin de déterminer ces points avec une grande précision, on tirera sur le plan de l'octant, une ligne de la pinnule au milieu du miroir horizontal. Du centre du grand miroir, on abaissera sur cette ligne une perpendiculaire; on marquera leur intersection, et on percera un petit trou dans ce point, et qui traverse le plan de l'instrument; ainsi disposé sur la ligne de station, on suspendra, par ce trou, un fil à plomb centré, en portant l'instrument sur la ligne de station, le plomb déterminera la place de l'ordonnée à un quart de pouce près. L'octant, dans ce cas, devra être placé sur un support. Si d'un point donné sur la ligne de station, on veut élever une ordonnée, on placera un jalon dans ce point. On posera le trou de l'octant sur la pointe du jalon; alors, en dirigeant la vue sur la ligne de station, on verra par réflexion le point de la ligne limitrophe où l'ordonnée doit passer.

Ces ordonnées sont tirées, comme nous l'avons dit, à angles droits sur la ligne de station; mais dans quelques cas, il peut être nécessaire de tracer une ligne pour remplir la place d'une ordonnée, et qui doive faire un angle donné avec la ligne de station. Dans ce cas, il faut fixer l'alidade sur l'angle proposé, et procéder d'ailleurs comme ci-dessus. La ligne tracée sur la surface de l'octant, passant par le centre du grand miroir, doit maintenant être tracée de manière qu'elle coupe l'autre ligne, passant par la pinnule et le miroir horizontal, suivant l'angle donné; alors cette intersection déterminera le point angulaire, où l'on doit percer le trou, pour fixer la place de l'ordonnée, comme ci-devant.

Si l'on détermine l'erreur de rectification, en employant

ployant seulement l'objet que l'on voit directement au lieu d'un objet éloigné, et en fixant l'alidade de manière que l'angle indiqué sur le limbe, lorsqu'il sera corrigé de l'erreur de rectification, soit celui de l'ordonnée proposée; alors le point angulaire tombera toujours au centre du grand miroir. Au moyen de quoi ce point sera invariable, quel que soit l'angle des ordonnées; mais, dans ce cas, on doit déterminer l'erreur de rectification pour chaque ordonnée particulière qu'on auroit à tracer. Tout considéré, la méthode décrite ci-dessus semble préférable.

CHAPITRE V.

Description et usage du Cercle de réfléxion.

(77.) On donne ici la description du cercle de réfléxion, parce qu'il peut remplacer avantageusement l'octant dans toutes les circonstances où l'on se sert de ce dernier, principalement pour les observations à faire en mer.

(78.) Les savans et les artistes se sont beaucoup occupés dans ces derniers temps des moyens de perfectionner les instrumens à réfléxion, dont se servent les navigateurs; mais personne n'a fait un aussi grand pas dans cette recherche, que Tobie Mayer, professeur à Gœttingen. Ce célèbre astronome a proposé de substituer à l'octant ordinaire, appelé *octant de Hadley*, un cercle de réfléxion qui a cet avantage singulier, qu'en multipliant les observations avec cet instrument, on diminue toujours de plus en plus les erreurs qui viennent du défaut des divisions, et qu'il ne tient, pour ainsi dire, qu'à la patience de l'obser-

vateur, que ces erreurs ne soient à la fin presque totalement détruites.

On joint ici (*fig.* 28) le dessin de ce cercle, copié sur celui que Mayer a fait graver dans son livre intitulé: *Theoria Lunæ*, etc. imprimé à Londres, en 1767. Ce cercle a, comme l'octant de Hadley, deux miroirs *m* et *n* qui ont les mêmes fonctions que dans l'ancien instrument, et qui sont placés de la même manière, avec cette différence que le petit miroir *n*, au lieu d'être fixe sur le corps de l'instrument, est porté, ainsi que la lunette *H*, sur une alidade particulière qui tourne sur le centre du cercle, et dont le mouvement est indépendant de celui de l'alidade du grand miroir. Voici la manière dont on observe avec cet instrument.

Soient deux astres *S* et *L*, dont on veut mesurer la distance apparente: on place d'abord l'alidade *M* sur un point déterminé *A* de la division, que je suppose, par exemple, être le point zéro; ensuite laissant cette alidade fixe, et ne faisant mouvoir que l'alidade de la lunette, on fait, comme avec l'octant, l'observation du parallélisme des miroirs, c'est-à-dire, qu'on détermine par observation le point du limbe où doit être portée l'alidade *H*, pour que les deux miroirs se trouvent parallèles; ce qu'on obtient, comme l'on sait, en faisant coïncider dans le champ de la lunette les images directe et réfléchie d'un même objet éloigné quelconque. Cette observation étant achevée, on fixe à son tour l'alidade *H*, en dirigeant la lunette sur l'astre *L*; desserrant ensuite l'alidade *M* du grand miroir, on la ramène du côté de l'œil vers *B*, jusqu'à ce que l'image de l'astre *S*, réfléchie par les deux miroirs, entre dans la lunette

et vienne toucher l'image de l'astre *L*, vue directement à travers la partie non étamée du petit miroir; alors l'arc *AB*, parcouru par l'alidade *M*, donne l'angle apparent des deux astres.

Il est aisé de voir que l'observation que nous venons de décrire, ne diffère en rien de celle que l'on fait avec l'octant, ainsi le cercle de réfléxion n'a jusques-là aucune supériorité sur l'ancien instrument; et même, si on se bornoit à cette seule observation, l'avantage seroit du côté de l'octant, dont le rayon est ordinairement plus grand que celui qu'on peut donner à un cercle de réfléxion. Mais, il n'en seroit pas de même, si on faisoit plusieurs observations consécutives avec ce dernier instrument. En effet, supposons que, regardant le point *B* déjà trouvé, comme le point zéro de la division, on recommence une seconde opération absolument semblable à la première, c'est-à-dire, qu'on fasse d'abord l'observation préparatoire du parallélisme des miroirs, en portant l'alidade *n* du point *H* au point *K*, et ensuite l'observation du contact des images des deux astres, en portant l'alidade *M* du point *B* au point *C*; il est clair qu'alors l'arc *BC* donnera aussi l'angle apparent des deux astres, et qu'ainsi l'arc total *AC* donnera le double de l'angle cherché, ou, ce qui est la même chose, que cet angle sera la moitié de *AC*; il suit delà que s'il y a une erreur dans la division qui se trouve au point *C*, cette erreur sera divisée par deux, et n'influera que pour moitié seulement sur la valeur de l'angle observé. Par la même raison, si on fait encore une troisième et une quatrième operations, toujours semblables à la première, l'erreur provenant des défauts de la division, sera reduite au tiers, et

ensuite au quart de celle qu'auroit donné la dernière division de l'alidade : ainsi l'erreur de l'angle observé diminuera de plus en plus, à mesure qu'on multipliera les observations, et on reconnoîtra que l'avantage du cercle sur l'octant deviendra toujours de plus en plus grand.

On objectera peut-être qu'en faisant aussi plusieurs observations avec l'octant, on parviendroit également à corriger les erreurs qui viennent de la division; mais on répondra que, dans les observations consécutives que l'on fait avec ce dernier instrument, l'alidade du grand miroir ne s'éloigne que très-peu du point de la division où elle a été portée, à l'instant de la première observation, et que l'erreur de cette division doit affecter de la même manière chacune des autres observations.

Je remarquerai que, dans l'opération qui vient d'être décrite, on a supposé tacitement que les deux astres S et L sont toujours à la même distance l'un de l'autre, quoiqu'il arrive souvent que cette distance varie sensiblement dans l'intervalle d'une observation à l'autre; mais comme on peut toujours supposer que, dans la courte durée des observations, la variation est proportionnelle au temps, il est clair que si on marque l'heure de chaque observation, et que l'on divise la somme des heures et l'arc total que l'alidade aura parcouru, par le nombre des observations, on aura une distance moyenne des deux astres correspondante à l'heure moyenne des observations.

On vient d'expliquer les avantages du cercle de réfléxion de Mayer; mais il reste encore dans cet instrument, un défaut principal qui lui est commun avec l'octant, et qui produit souvent des erreurs

plus grandes que celles qui viennent des imperfections de la division. Voici en quoi il consiste:

On a vu que l'observation d'une distance des deux astres est toujours précédée d'une observation préparatoire, par laquelle on rend les deux miroirs parallèles entre eux; cette observation préparatoire se fait ordinairement en prenant pour objet de vérification l'horizon de la mer, dont on fait coïncider les deux images directe et réfléchie; mais les marins savent combien ce moyen est incertain: en effet, si on observe le contact des images avec une lunette, il arrive qu'aussitôt que ces images viennent à se rapprocher, on ne les distingue plus que très-difficilement l'une de l'autre, et qu'on ne peut plus alors être sûr du point où elles se confondent; et si pour éviter cet inconvénient, on fait l'observation sans lunette, on perd l'avantage du grossissement des objets.

Il y a, à la vérité, une autre manière plus exacte de faire cette vérification, qui consiste à observer le contact des deux images du disque du soleil; mais elle a le défaut de fatiguer les yeux de l'observateur, d'autant plus qu'elle est répétée chaque fois qu'on mesure la distance des deux astres; d'ailleurs, comme il seroit difficile qu'un cercle fut exécuté avec assez de précision, pour que les deux miroirs étant parallèles dans une position des alidades, puissent l'être dans toutes les autres, on seroit souvent obligé de toucher au rappel du petit miroir pour mettre la ligne des centres des deux images dans un plan parallèle à celui de l'instrument, ce qui rendroit encore les observations longues et laborieuses; et enfin le cercle de réfléxion de Mayer, a, dans tous les

cas, le défaut d'exiger deux observations pour ne donner qu'un résultat.

L'auteur avoit senti cet inconvénient de son instrument, et c'est pour cela, sans doute, qu'il avoit proposé dans son ouvrage de fixer sur une des alidades du cercle, une pièce transversale, telle que, l'autre alidade venant à s'appuyer contre l'extrémité de cette pièce, les deux miroirs se trouvassent alors exactement parallèles; mais il est aisé de voir que, même en se servant de ce moyen, on seroit toujours obligé, avant de commencer les opérations, de vérifier si les miroirs ont la position requise, et qu'il faudroit par conséquent faire l'observation préparatoire du parallélisme; or, il est clair que l'erreur qu'on commettroit dans cette observation, affecteroit toutes les opérations suivantes.

On voit, par ce que l'on vient de dire, que le cercle de Mayer, tel qu'il a été donné par l'auteur, conserve encore une partie des imperfections de l'octant; on remarquera même qu'il est d'un usage plus embarrassant, en ce qu'il multiplie le nombre des opérations; et c'est, sans doute, par cette raison qu'il n'avoit point été adopté par les marins : mais il étoit possible de corriger ces défauts, et de donner à l'instrument une supériorité très-marquée sur tous les instrumens à réfléxion connus, et c'est ce que Borda a obtenu par un moyen fort simple.

Il a remarqué que dans les observations que l'on fait, soit avec le cercle de Mayer, soit avec l'octant, on recevoit toujours l'objet du même côté de la lunette; savoir : du côté droit, l'image de l'astre vu par réfléxion; mais il est clair qu'en laissant entre la lunette et le petit miroir, un espace suffisant pour le

passage des rayons, on peut aussi faire venir cette image du côté gauche, comme dans la *figure* 29. On va voir qu'en combinant ces deux manières d'observer le contact, on peut supprimer l'observation préparatoire du parallélisme.

Soit donc (*fig.* 29) le même cercle de Mayer, dans lequel on suppose qu'on ait reculé l'objectif de la lunette un peu en arrière du grand miroir, et qu'on ait porté le petit miroir *n* jusqu'auprès du limbe, afin de laisser un grand intervalle entre le petit miroir et la lunette. Cela posé, soit *S* et *L* deux astres, dont on veut mesurer la distance.

On commencera par fixer l'alidade du grand miroir sur un point déterminé *A* de la division, par exemple, sur le point zéro; on dirigera ensuite la lunette sur l'astre *L* qui est à gauche; et, sans toucher à l'alidade du grand miroir, on fera mouvoir celle de la lunette, jusqu'à ce que l'image de l'astre *S* venant par la droite, vienne coïncider dans le champ de la lunette avec l'image de l'astre *L* vu directement. Lorsque cette première partie de l'observation sera achevée, on fixera l'alidade de la lunette, et on fera tourner l'instrument en entier, dans son plan, pour diriger la lunette sur l'astre *S*; ensuite desserrant l'alidade du grand miroir, on la portera du côté de l'œil vers *B*, jusqu'à ce que les deux images se trouvent encore une seconde fois en contact; alors la moitié de l'arc *AB* donnera la distance des deux astres. En effet, si on considère les positions successives qu'a prises le grand miroir, pendant qu'il a passé du point *A* au point *B*, on verra qu'il y a eu nécessairement un instant où les deux miroirs se sont trouvés parallèles. Soit *b* le point où étoit alors l'alidade; il est clair

que l'arc *Ab* décrit par l'alidade, depuis le point *A* où l'on avoit observé le premier contact, jusqu'au point *b* du parallélisme des miroirs, ainsi que l'arc *Bb* que cet alidade a parcouru depuis le point *b* du parallélisme, jusqu'au point *B*, où on a observé le second contact, marqueront également l'un et l'autre l'angle apparent des deux astres; d'où il suit que la moitié de l'arc total *AB* donnera cet angle. On voit donc que sans faire l'observation du parallélisme, on sera parvenu à trouver l'angle cherché, et qu'on aura obtenu un double résultat, par une double observation, au lieu qu'il en auroit fallu quatre en employant la méthode de Mayer. On voit aussi que si on répétoit plusieurs fois les observations que nous venons de décrire, en partant toujours du dernier point où est l'alidade, comme du zéro de la division, on auroit, après quatre observations, un arc *AC* quadruple de l'angle des deux astres; après six observations, un angle sextuple, et ainsi de suite: de manière que cet angle seroit toujours égal à l'arc total parcouru par l'alidade du grand miroir, divisé par le nombre d'observations. Ainsi, au moyen de cette nouvelle disposition des pièces de l'instrument, et employant la manière de Borda de faire les observations, l'erreur de l'observation du parallélisme des miroirs est totalement supprimée, et le nombre des opérations est diminué de moitié.

On doit remarquer que, dans les procédés que nous venons d'expliquer, on a supposé que la lunette de l'instrument étoit dirigée alternativement sur les deux astres *S* et *L*; mais on sait que lorsqu'on observe les distances de la lune aux astres, avec un instrument à réfléxion quelconque, on est assujéti à re-

cevoir, par réfléxion, l'image de celui des deux astres qui a plus de lumière ; savoir : l'image du soleil, lorsqu'on mesure les distances du soleil à la lune, et l'image de la lune, lorsqu'on mesure les distances de la lune aux étoiles. Il est donc nécessaire de corriger, à cet égard, notre manière d'opérer, et cela est fort aisé en se servant du moyen usité dans les observations de l'octant, qui consiste à renverser l'instrument pour changer la position respective des deux astres, par rapport aux deux miroirs. Ainsi, dans notre exemple, *S* étant le soleil et *L* la lune, au lieu de diriger la lunette sur le soleil pour faire la seconde observation, on la dirigera sur la lune comme la première observation ; on fera ensuite tourner l'instrument, autour de l'axe *H* de la lunette, pris comme un axe de mouvement, jusqu'à ce qu'il ait fait une demi-révolution, et alors l'alidade *M*, étant portée de *A* vers *B*, l'image du soleil se réfléchira sur les miroirs, de la même manière que l'image de la lune s'y seroit réfléchie, si on avoit pu diriger la lunette sur le soleil, et qu'on eut tenu l'instrument dans sa première position.

On appelle *observation à droite*, celle dans laquelle les rayons de l'astre réfléchi viennent par la droite, comme dans les observations de l'octant, et dans celles de Mayer ; *observation à gauche*, celle dans laquelle l'image réfléchie vient par la gauche, comme on le voit *figure* 29 ; et, *observations croisées*, les deux observations successives, l'une à droite et l'autre à gauche, qui servent à supprimer l'observation préparatoire du parallélisme des miroirs.

On vient de voir qu'on ajoute un nouveau degré de perfection, très-remarquable à l'instrument de

Mayer, en éloignant seulement le petit miroir de la lunette, et faisant usage de la nouvelle manière de faire les observations.

CHAPITRE VI.

Description de la Planchette, avec la manière de s'en servir.

(79.) Quoique la planchette soit un instrument très-connu, on a cru devoir entrer dans quelques détails sur sa construction; celle que l'on va décrire a été faite par feu Lennel, successeur de Canivet, ingénieur en instrument de mathématiques pour l'académie des sciences; elle a été reconnue la plus utile et la plus commode, par M. Cugnot, qui en a donné la description à la suite d'un ouvrage sur la fortification, qu'il a publié en 1778.

Cette planchette (*fig.* 30) est composée d'une table, portée par un pied semblable à celui du graphomètre. La figure représente l'élévation de cette planchette, montée sur son pied. La *figure* 31, est un profil qui fait voir la vis qui sert de pivot à la table, et la fixe sur son pied. Les *figures* 32 et 33 sont les plans du dessus et du dessous de la table: on en peut connoître les dimensions au moyen de l'échelle, et en construire de semblables.

La table est quarrée ou rectangulaire; on peut la faire plus ou moins grande, selon l'usage que l'on veut faire de la planchette. Le dessus et son chassis (*fig.* 32) sont faits de petites planches de sapin bien choisies, dressées et assemblées avec beaucoup de soin; le dessous (*fig.* 33) est de bois de noyer, collé

à la table et attaché avec quantité de chevilles de sapin, pour maintenir la table bien droite; il est garni au milieu d'un écrou de cuivre encastré dans le bois. Le chassis tient à la table, par le moyen de huit vis de cuivre, dont les têtes s'enfoncent entièrement dans le chassis; la tête de chaque vis est percée d'un trou quarré, dans lequel on fait entrer la clef, dont on se sert pour serrer et desserrer les vis. Lorsque les huit vis sont entièrement sorties de la table, on peut ôter le chassis en le levant, parce que la table entre en coin dans le chassis, comme la *figure* 31 le fait voir: ce qui est nécessaire pour pouvoir serrer les bords de la feuille de papier que l'on met sur la planchette. Après avoir ôté le chassis, on étend la feuille sur la planchette, et on la mouille avec une éponge ou un linge, le plus également qu'il est possible, afin qu'elle ne s'étende pas plus dans un endroit que dans un autre : après quoi on rabat les quatre côtés de la feuille ainsi mouillée, sur les bords de la table, et l'on remet le chassis, en observant d'étendre également la feuille de tous les côtés, avant que de remettre les vis. On attend, pour se servir de la planchette, que le papier soit bien sec; on cesse de lever, lorsque l'humidité de l'air commence à le mouiller assez pour le détendre.

Le haut du pied de la planchette (*fig.* 30 *et* 31) a trois parties principales qui la séparent. La partie supérieure est composée d'un plateau de bois de noyer, d'environ seize centimètres de diamètre sur trois centimètres d'épaisseur, et de deux languettes de charnière de même bois, qui sont attachées solidement sur le plateau. La partie de dessous est d'une seule pièce de bois de noyer; elle a en dessus deux languettes égales à celles qui tiennent au plateau, et

en dessous trois petites languettes, auxquelles sont attachés les trois bâtons qui portent la planchette. La troisième partie est un morceau de bois de noyer, qui est placé entre les quatre grandes languettes, et forme, avec ces languettes, deux grosses charnières, dont les deux boulons ou goupilles sont de cuivre, et ont à chaque bout un écrou à oreille aussi de cuivre, employé pour serrer les charnières et les desserrer : ce qui se fait avec la plus grande commodité, sans ébranler la planchette, parce qu'on serre la charnière par les deux côtés à la fois, en tournant un écrou d'un sens et un autre de l'autre; ensorte que les deux efforts que l'on fait se détruisant mutuellement, ne font aucune impression sensible sur la planchette. Ces deux charnières sont de la plus grande commodité pour mettre la table de niveau, et la tenir très-ferme lorsqu'elles sont très-serrées. Les trois bâtons qui portent la planchette, sont attachés à la charnière, et l'on peut serrer et desserrer chaque charnière, par le moyen d'un écrou à oreilles. Les charnières sont faites de manière qu'on peut écarter ou rapprocher les trois bâtons, autant que l'on veut : lorsqu'ils sont entièrement rapprochés, ils se touchent dans toute leur longueur, et on les fixe ensemble, par le moyen d'une virole de cuivre, pour pouvoir porter la planchette plus commodément.

La table (*fig.* 31) est retenue sur le plateau, par une vis qui traverse le plateau, et entre dans l'écrou qui est encastré dans le dessous de la table : lorsque cette vis est desserrée, la table tourne très-facilement sur le plateau, et on la fixe en serrant la vis; en la dévissant tout-à-fait, la table se sépare de son pied, et on peut la poser sur une table à dessiner. Comme

cette grosse vis n'est pas commode à tourner, et qu'il importe beaucoup de pouvoir fixer la planchette commodément et sans la déranger par les efforts qu'il faudroit faire pour serrer cette grosse vis, dont la tête est logée trop étroitement entre deux languettes, on a mis un petit levier de cuivre attaché à la charnière en *A*, sous le plateau, à une petite pièce de cuivre encastrée dans le bois; l'autre bout du petit levier est traversé par une petite vis de cuivre *B*, dont le bout porte sous la pièce de cuivre encastrée dans le plateau. La grosse vis traverse le levier, la petite pièce de cuivre, à laquelle il est attaché, et le plateau. Lorsqu'on serre la petite vis *B*, elle fait descendre le bout du levier, dont le milieu pressant sur la tête de la grosse vis, la fait descendre; et la planchette se serre fortement contre le plateau, et se fixe aussi solidement qu'on peut le désirer. Cette petite vis n'est nécessaire que pour pouvoir fixer la table sans la déranger, comme on ne manqueroit pas de faire en se servant de la grosse vis qui est beaucoup plus difficile à tourner; elle ne sert que de pivot, lorsqu'on veut seulement faire tourner la planchette sur son pied; lorsqu'on veut l'en séparer, on tient la tête de la grosse vis d'une main pour la fixer, et de l'autre main, on fait tourner la table, jusqu'à ce que la grosse vis soit entièrement sortie de l'écrou.

Chaque fois qu'on rapporte la planchette à la maison, on la détache de son pied, on la pose sur une table, et l'on met au trait ce que l'on a levé; ce qui est plus commode que de laisser la planchette sur son pied, qu'il faut ménager autant qu'on peut.

La règle, dont on se sert pour tirer des lignes sur la planchette, se nomme *alidade*; elle est de cuivre:

à chaque bout de l'alidade, est attachée à charnière une petite règle de cuivre, un peu moins large et beaucoup plus mince; on nomme ces deux petites règles, *pinnules*. Lorsqu'on veut renfermer l'alidade dans son étui, on couche les pinnules sur l'alidade Chaque pinnule a d'un côté une fente très-étroite, et de l'autre une fenêtre, au milieu de laquelle est tendu un crin : la fente de chaque pinnule répond à la fenêtre de l'autre, de manière que lorsque les deux pinnules sont levées, et que l'on veut diriger l'alidade sur un objet, on la tourne jusqu'à ce que l'objet soit couvert par le fil de la fenêtre opposée à la fente par laquelle on regarde.

On remarquera que la fente et le fil de la fenêtre opposée, sont dans un même plan perpendiculaire à la planchette, et parallèle aux deux bords de la règle. Comme les objets sur lesquels on est obligé de diriger l'alidade, sont plus ou moins élevés au-dessus, ou enfoncés au-dessous du niveau de la planchette, on fait une des pinnules assez grande pour qu'on puisse les voir. Si l'objet est beaucoup plus élevé que la planchette, on tourne la grande pinnule du côté de l'objet : on fait le contraire lorsque l'objet est plus bas que la planchette.

Il y a entre les deux pinnules, une boussole et un niveau d'air; l'aiguille de la boussole est suspendue dans une caisse de cuivre, couverte d'une glace; la caisse à huit centimètres de long, sur un centimètre et demi de large. Il y a dedans, à chaque bout, une petite barre de cuivre, sur laquelle il y a un petit trait, dans la direction que l'aiguille doit avoir, lorsqu'elle est parallèle aux deux côtés de la règle.

Le niveau est un tuyau de verre scellé herméti-

quement, dans lequel il y a de l'esprit-de-vin, et une bulle d'air qui se meut avec une extrême facilité; lorsque l'alidade est posée sur un plan qui ne penche d'aucun côté, la bulle se tient au milieu du tuyau; si peu que la règle s'incline, la bulle se porte promptement vers le bout le plus élevé du tuyau. Le niveau et la boussolle étant ainsi attachés à l'alidade, ces trois instrumens unis ensemble, ne font pas plus d'embarras qu'un seul.

La planchette est mobile sur deux grosses charnières (*fig.* 30), dont les boulons se croisent perpendiculairement; lorsqu'on veut la mettre de niveau, après avoir bien affermi les trois bâtons qui la portent, on laisse une charnière serrée, et l'on desserre l'autre seulement, autant qu'il en est besoin, pour pouvoir faire pencher la table facilement : on pose la règle sur la table, dans la direction du boulon de la charnière qui est serrée, et l'on baisse doucement la table, tantôt d'un côté, tantôt de l'autre, jusqu'à ce que la bulle d'air s'arrête au milieu du tuyau. La table étant mise de niveau sur une charnière, on serre cette charnière, et l'on dessere l'autre, sur laquelle on met encore la table de niveau de la même manière.

Lorsque la surface du terrain est parfaitement droite et de niveau, elle peut être représentée exactement par le plan que l'on trace sur le papier; autrement elle diffère du plan à proportion de ses inégalités : alors le plan que l'on construit est semblable à la surface que le terrain auroit s'il étoit applani et mis de niveau. Les angles que l'on trace sur la planchette, doivent être tracés dans un plan bien horizontal, et les distances que l'on prend sur le terrain, doivent être mesurées horizontalement.

Il importe que la planchette soit toujours bien de niveau; une différence fort légère ne sauroit produire un effet sensible, par rapport à l'ouverture des angles que l'on trace sur la planchette; mais lorsqu'on est dans le cas de diriger l'alidade sur des objets fort élevés au-dessus ou enfoncés au-dessous du niveau de la planchette, on ne sauroit trop prendre de mesures, pour que la fente, par où l'on regarde, et le fil de la fenêtre opposée, soient dans un plan bien vertical.

Supposé que le polygone *ABCDEF* (*fig.* 34), représente le terrain dont on veut lever le plan, et que le quarré placé dans le polygone représente la planchette; on posera l'alidade sur le bord du papier, la tournant doucement jusqu'à ce que l'aiguille aimantée devienne parallèle aux bords de la règle, le long de laquelle on tracera au crayon une ligne, sur laquelle on fera une flèche qui marquera la direction du nord au sud.

On choisira ensuite sur la planchette un point *O*, qui soit semblablement placé, par rapport au papier, ou à-peu-près, comme la planchette est placée par rapport au terrain dont on veut lever le plan; et on y enfoncera, bien perpendiculairement à la planchette, une aiguille qui doit être aussi fine qu'il soit possible, sans être trop foible : on lui fait une tête avec de la cire d'espagne, pour pouvoir l'enfoncer et la retiter commodément. Il faut avoir plusieurs de ces aiguilles qui soient toutes de même grosseur. On pose l'alidade sur la planchette, et après avoir levé les pinnules, on l'appuie contre l'aiguille, et on la dirige sur un des points du terrain qu'on veut marquer sur la planchette; par exemple, sur le point *A*, où l'on a fait auparavant planter un jalon, sur lequel on

on dirige l'alidade fort commodément : on tire ensuite le long de l'alidade, avec la pointe du compas, depuis le pied de l'aiguille, en allant vers le point *A*, une ligne indéfinie, sur laquelle on porte de *O* en *M* autant de mètres et parties de mètres de l'échelle, qu'il y a de mètres et de parties de mètres de *O* en *A*. Au lieu de se servir de la pointe du compas pour tracer des lignes le long de l'alidade, il vaudroit mieux avoir un traçoir d'acier, attaché au bout d'un crayon : ce traçoir bien trempé, ayant une pointe bien centrée, seroit de la même grosseur que les aiguilles dont on se serviroit sur la planchette. Etant bien poli autour, il ne gâteroit point la règle, et traceroit de bien meilleures lignes sur le papier. Il est de la plus grande importance pour la justesse des opérations, que le milieu de la largeur d'une ligne que l'on tire d'un point à un autre, passe par les milieux des deux points. Si le traçoir est plus gros que l'aiguille, contre laquelle la règle est appuyée, le milieu de la largeur de la ligne que l'on trace est trop éloigné de la règle; au contraire, il ne l'est pas assez, si le traçoir est moins gros que l'aiguille. Le traçoir tenant au crayon, ne fera pas plus d'embarras que le crayon en fait tout seul. Il faut faire au traçoir, une petite douille de cuivre, dans laquelle on fera entrer le bout du crayon.

Le point *M* étant marqué, on tire un rayon sur le point *F*; et après avoir fait mesurer la distance *OF*, on la porte avec le compas de *O* en *N*, et l'on tire *MN* au crayon. Les triangles *MON* et *AOF* ayant un angle commun, compris entre deux côtés proportionnels, sont semblables. On achève le polygone de la même manière; comme il est composé de

triangles semblables à ceux du terrain, il est évident qu'il est semblable au polygone du terrain.

L'instrument le plus expéditif pour mesurer les distances un peu longues, est une chaîne de fil de fer de vingt ou vingt-cinq mètres de longueur. Pour les mesures fort courtes, on se sert d'un mètre de bois, divisé en décimètres et en centimètres. Lorsqu'on veut prendre des mesures avec une grande précision, on se sert d'une règle en bois de cinq mètres de longueur, ajustés bout à bout. Si le terrain a de la pente, on observe de tenir les mètres de niveau, en les soutenant avec des chevalets, ou autrement. On laisse tomber un plomb de l'extrémité du mètre qui est élevé, sur l'extrémité de celui qui est à terre, pour s'assurer que l'extrémité de l'une répond verticalement à l'extrémité de l'autre. Cette manière de mesurer est la plus exacte; mais elle est trop lente, et elle occupe trop de monde, pour pouvoir être employé dans bien des occasions. La chaîne a bien des défauts, mais elle est fort expéditive; et en prenant de bonnes précautions, elle donne des mesures d'une exactitude suffisante pour la pratique. Pendant tout le temps qu'on emploie à lever un plan, il faut laisser les mêmes hommes à la chaîne, et les accoutumer à la tenir toujours également tendue, et à prendre garde qu'elle ne se noue. On met un homme à chaque bout de la chaîne: celui qui est derrière, fixe le bout de la chaîne au point d'où l'on part; l'autre va en avant, jusqu'à ce que la chaîne soit tendue, alors le premier aligne sur le point où l'on va, et lorsque la chaîne est bien alignée, l'homme qui est devant enfonce en terre une fiche de fer pointue,

d'environ cinquante centimètres de longueur, à l'extrémité de la chaîne, que l'on porte ensuite en avant, jusqu'à ce que l'homme, qui est derrière, arrive à la fiche de fer, où il fixe le bout de la chaîne pendant qu'il aligne de nouveau l'homme qui est devant, lequel plante encore une fiche au bout de la chaîne; après quoi il la porte en avant, et l'autre le suit après avoir pris la première fiche, qu'il garde ainsi que toutes les autres, pour les lui rendre lorsqu'il les a toutes. S'il y en a vingt, chaque fois qu'il les rend, il compte quatre cents ou cinq cents mètres, selon que la chaîne est de vingt ou vingt-cinq mètres. Toute simple qu'est cette manière de mesurer, elle exige beaucoup d'attention de la part de celui qui est à la planchette, pour accoutumer ceux qui traînent la chaîne à bien mesurer, et à ne pas se tromper en comptant les chaînes, comme cela ne leur arrive que trop souvent, lorsqu'ils ne sont pas suffisamment exercés.

On ne lève pas un plan d'une seule station; il faudroit pour cela que le terrain ait bien peu d'étendue, et qu'il fut bien découvert. On porte la planchette en autant d'endroits qu'il convient, pour pouvoir prendre commodément tous les points dont on a besoin. On nomme *station*, le point où l'on établit la planchette. Pour transporter la planchette d'une station à une autre, par exemple, de *A* en *B* (*fig.* 35), on fera planter au point *B*, un jalon sur lequel on dirigera l'alidade, le long de laquelle on tirera avec le traçoir une ligne, depuis le pied de l'aiguille, en allant vers *B*, jusqu'au cadre de la planchette. Avant que de lever la règle, on enfoncera sur cette ligne une aiguille, en arrière de la première, lorsque cela

est nécessaire pour pouvoir l'en éloigner davantage. Cela fait, on lève la règle, et après avoir fait mesurer sur le terrain la distance du point *A* au point *B*, on la prend sur l'échelle avec le compas; on la porte sur la planchette, et l'on fait avec le crayon un petit cercle autour du point qui marque la nouvelle station : on porte la planchette au point *B*, et l'on fait planter un jalon au point *A*; ayant placé la planchette au point *B*, de manière que le point de la nouvelle station que l'on a marqué sur la planchette, soit exactement au-dessus de celui où étoit placé le jalon, on met la planchette de niveau, et l'on desserre la petite vis qui affermit la planchette sur le plateau, afin de la pouvoir faire tourner sur son centre. Cela étant fait, on pose l'alidade sur la planchette, l'appuyant bien contre les deux aiguilles, et on la dirige sur le point *A*, en faisant tourner doucement la table, que l'on fixe ensuite, en serrant la petite vis : après quoi on ôte les deux aiguilles, et on en met une au point de la nouvelle station.

Supposé que l'on transporte encore de la même manière la planchette du point *B* au point *C*, le petit triangle tracé sur la planchette, sera semblable au triangle *BAC*; car ces deux triangles auront un angle *B* commun, compris entre deux côtés proportionnels. Avant que de quitter une station, on en choisit tout au tour, autant d'autres qu'on juge nécessaire; l'on y fait planter des jalons, et l'on y transporte la planchette de la manière qu'on vient de dire.

On nomme *base*, la ligne tirée d'une station à une autre. On ne sauroit prendre trop de précautions, pour ne pas se tromper sur la longueur et sur la direction des bases, parce que l'erreur influe sur les

opérations suivantes. On remarquera que la planchette, dans toutes les stations, doit toujours être tournée de la même manière. Lorsqu'on veut voir si elle est bien parallèle à sa première position, on met la règle sur la ligne qu'on a tracée sur la planchette, et l'on voit si l'aiguille de la boussole se tient parallèle à cette ligne. On tire aussi de la station où l'on est, des rayons sur des objets du terrain qui sont déjà marqués sur la planchette. Supposé qu'ayant placé la planchette en *C*, on dirige l'alidade sur un jalon qu'on aura planté au point *A*; si le bord de l'alidade ne passe pas par le point qui est marqué sur la planchette, il en faut conclure qu'on a fait quelque faute. Il faut faire mesurer de nouveau la dernière base : si l'on trouve que la première mesure a été mal prise, il faut la corriger; autrement il faut faire mesurer la première base, et ne pas aller en avant que la faute ne soit corrigée. Il peut arriver, en pareil cas, que les deux bases aient été bien mesurées, mais qu'en posant la planchette, on n'ait pas mis le point de la planchette exactement au-dessus de celui du terrain; cette faute qui est imperceptible, lorsque la nouvelle station est fort éloignée de la précédente, devient très-considérable lorsque la base est fort courte : il faut alors se servir de la boussole, et si de la nouvelle station, on peut découvrir des points qui soient déjà marqués sur la planchette, il faut en profiter pour bien placer la planchette. On tire de préférence des rayons sur les objets qui sont les plus éloignés, parce que les points qui les représentent sur la planchette, sont d'autant plus propres à déterminer la direction de l'alidade, qu'ils sont plus éloignés de l'aiguille contre laquelle elle est appuyée.

Manière d'établir avec la planchette le canevas d'une carte.

(80.) La manière d'établir le canevas d'une carte, en se servant de la planchette, ne diffère de celle qui a été expliquée en se servant du graphomètre ou du cercle répétiteur, qu'en ce qu'au lieu d'observer la valeur des angles à chaque endroit de station par les rayons visuels, on trace ces rayons mêmes sur le papier qui couvre la planchette, et on écrit le long de chacun le nom du lieu où il est dirigé. Le point de section de plusieurs rayons envoyés sur un même objet en détermine la position : expliquons cette pratique en peu de mots, et en supposant qu'il est question du pays représenté par la deuxième figure.

(81.) Sur le papier attaché à la planchette, on trace une ligne *ab* qui représente la ligne *AB* (*fig.*2), et on donne à cette ligne *ab*, autant de mètres pris sur une échelle géométrique et réduite, qu'on en a trouvé en mesurant sur le terrain la longueur de la base *AB*.

On fait ensuite convenir le point *a* de la planchette avec le point *A* du terrain, et la ligne *ab* avec la base *AB*, comme si l'une faisoit partie de l'autre; la planchette étant fixée dans cette situation, on tracé du point *a*, correspondant au point *A* du terrain, des rayons dirigés sur *Dienville*, *Flaucourt*, *Dangé*, *Andel*, *Danval*, *Beaupré*, etc.; en un mot, on dirige un rayon sur chaque objet qui se peut voir du point *A*, on trace chacun des rayons sur la planchette, et on les cote du nom du lieu où ils sont dirigés.

Cette station achevée, on en fait une semblable au point *B*, c'est-à-dire, que l'on accorde tellement

Digitized by Google

le point *b* sur le point *B*, et la ligne *ba* tracée sur la planchette couchée sur la base *AB*, mesurée sur le terrain, que l'une soit exactement couchée sur l'autre, après quoi l'on trace et l'on cote les rayons dirigés à *Dienville*, *Flaucourt*, *Dangé*, *Andel*, etc., et à tous les objets appercus du point *B*. Le point de concours des rayons dirigés sur le même objet, en donne la position relative aux deux extrêmités de la base, et aux autres lieux du pays supposé.

Après ces deux opérations, on se transporte à quelqu'un des lieux déterminés par le concours de plusieurs rayons; par exemple, à *Dienville*, on y place la planchette, et on l'oriente de telle manière qu'un des rayons tracés de *Dienville* à l'une des extrêmités de la ligne *ab*, soit parfaitement couchée sur la ligne du terrain représentée par ce rayon, et serve de base aux nouveaux triangles qui naîtront des opérations qu'on va faire à *Dienville*, toutes semblables à celles que nous avons décrites dans les deux premières stations; c'est ainsi que les côtés d'un triangle devenant les bases de plusieurs autres, il se forme une chaîne de triangles qui couvrent la surface de la planchette, et qui donnent à chacun de leurs points angulaires la position d'un des lieux qu'il falloit déterminer et poser sur la carte.

Défauts de cette méthode dans des cartes fort étendues.

(82.) Cette manière d'établir le canevas d'une carte, offre des apparences d'exactitude, mais elle conduit réellement à des erreurs et à des inconvéniens qui doivent la faire abandonner, à moins qu'il ne soit question que d'un travail où on ne sera pas obligé de

multiplier les opérations, et de faire une longue suite de triangles; car 1.° il arrive très-souvent que plusieurs lignes dirigées de différens endroits sur le même objet, se coupent de manière que leur longue section ne fait pas voir où est exactement placé sur le papier le lieu cherché que cinq ou six rayons devroient donner avec la dernière précision, et, après quelques réflexions, on décide souvent l'objet au point où l'on juge que la rencontre de quatre ou cinq lignes en donne la position plutôt que la section de trois ou quatre autres, et on croit être assuré de ces points, surtout quand on n'apperçoit point à l'œil une grande différence; 2.° on part de là pour continuer le travail; ce qui fait qu'on a dans la suite, sans s'en douter et sans pouvoir faire autrement, des distances plus ou moins longues sur le papier, qu'elles ne le sont à proportion sur le terrain; 3.° ces fausses distances d'un lieu à d'autres, et dont on vient de développer la cause, font qu'elles sont désorientées, et que tout le travail est dans le même cas; en sorte qu'il est impossible de se rencontrer avec les premiers points déterminés, et c'est alors qu'on apperçoit le peu d'exactitude qu'il y a dans ce canevas de carte; 4.° ce qui contribue le plus à ces erreurs, c'est la difficulté de faire convenir, comme il faut, la ligne tracée sur le papier avec le rayon visuel qu'elle représente; c'est aussi que la règle de l'alidade ne sera pas posée précisément le long de cette ligne; au surplus, une erreur de douze ou quinze mètres n'est pas sensible, lorsque l'échelle de la carte est très-petite. Ainsi de toutes façons, les erreurs se multiplient en plus ou en moins, sans qu'il soit possible de les appercevoir, si ce n'est lorsque le travail étant

achevé, on veut accorder les premières opérations avec les dernières. On avouera que, malgré bien des soins, quand une carte est fort étendue, l'on est souvent pris en défaut, quoiqu'on ait eu la précaution de mesurer de nouvelles bases, lorsqu'on s'est trouvé à certain éloignement de la première, afin de vérifier des distances déjà bien en avant de la mesure fondamentale; et quoique ces distances se trouvent bonnes, quant à leur longueur, il est toujours à craindre qu'elles soient désorientées; 5.° ajoutez à cela qu'on ne peut point opérer avec la planchette dans des tours ou dans des clochers, qu'ainsi il faut faire planter des signaux; outre que cela est long et dispendieux, ils sont aussi difficiles à appercevoir dans un pays plat, qu'ils sont visibles et indispensables dans un pays montueux, où il faut nécessairement être élevé pour voir les différens objets qui sont dans les vallons.

L'usage de la planchette, pour établir le canevas d'une carte, a deux inconvéniens; le premier, c'est que cette méthode ne donne pas la valeur des angles faits par les rayons visuels; le second, c'est qu'on ne peut connoître les distances entre les objets, que par le moyen du compas et de l'échelle : on ne pourra jamais vérifier de cette manière des distances déterminées, d'après des observations, où, en mesurant les angles, on a eu égard aux secondes; on doit au contraire se servir de ces distances pour commencer et redresser le canevas d'une carte; alors on aura quelque certitude de sa bonté à certains égards.

Nous ajoutons qu'il ne faut pas employer des distances mesurées avec le compas et l'échelle de la carte, pour découvrir la valeur des angles des trian-

gles, et encore moins préférer les angles déterminés de cette façon, parce qu'ils ne s'accorderoient jamais avec ceux qui auroient été observés avec un bon instrument. Cette trigonométrie mécanique pourroit-elle avoir un seul partisan, parmi les personnes mêmes qui n'ont qu'une très-légère teinture des premiers principes de la géométrie?

Tout ce que nous venons de dire, fait sentir qu'il ne faut pas avoir une trop grande confiance dans l'usage de la planchette, pour établir le canevas d'une carte fort étendue, et prévient des écueils où peut-être on pourroit se laisser entraîner par l'exemple ou autrement.

La préférence qu'on donne à la planchette sur le graphomètre, pour faire le canevas d'une carte fort étendue, vient sans doute, 1.° de ce que, sans avoir la peine d'observer la valeur des angles, et sans s'embarrasser dans des calculs fatiguans, on a, par la section des lignes, la position des objets; 2.° de ce qu'on économise sur le temps; mais ces deux avantages doivent-ils l'emporter sur un travail pénible et plus long à la vérité, mais aussi exact que lumineux?

La planchette peut être employée avec succès pour établir des points intermédiaires, et c'est d'ailleurs le meilleur instrument dont on puisse se servir pour lever toutes sortes de détails.

De l'usage de la Planchette pour établir des points intermédiaires.

(83.) Lorsqu'après avoir observé avec un bon instrument et avec soin, la valeur des angles entre les rayons visuels dirigés sur les principaux objets d'un pays, et que par voie de calcul, on est arrivé à con-

noître leur distance entre eux, et par conséquent leur position, les uns à l'égard des autres, on peut se servir avec succès de la planchette pour établir d'autres points entre les premiers : ces points intermédiaires servent à lever le détail du pays, non-seulement avec plus d'exactitude, mais encore plus promptement et plus facilement.

Pour avoir ces points intermédiaires sur le papier, on sent qu'il convient d'opérer dans les endroits dont la position est déterminée de la manière que nous l'avons fait voir, et de diriger de ces endroits des rayons sur les objets et sur les signaux du pays qu'on voudroit établir sur la planchette, comme ils le sont sur le terrain, et suivre ce qu'on a dit (80), en donnant la manière de se servir de cet instrument pour faire le canevas d'une carte.

De l'usage et des avantages de la Planchette pour lever le détail d'un pays.

(84.) La planchette est plus commode qu'aucun autre instrument pour lever le détail d'un pays, parce qu'en s'en servant, il n'est pas question d'observer et d'écrire sur un brouillon la valeur des angles que les rayons visuels font avec l'aiguille aimantée, ni d'y écrire les distances entre les points de station. Elle dispense de faire un brouillon, et c'est un grand avantage à plusieurs égards; car quelque net que soit un croquis, s'il renferme beaucoup de détails, il est quelquefois difficile à lire, à moins qu'on ne l'ait figuré très-grand; mais alors il devient embarrassant: si l'on y a oublié quelques cotes importantes, ou que l'on se soit trompé en les écrivant, on est obligé de retourner sur les lieux, quand heureusement on

n'en est pas trop éloigné; en même temps, on remédiera à ce qui ne s'apperçoit pour l'ordinaire qu'en rapportant sur le papier.

Avec la planchette, et sur le terrain même, on fait une minute exacte des objets que l'on veut lever, sans qu'il soit possible, si ce n'est de propos délibéré, d'omettre la moindre chose, ou de négliger le détail; on a la satisfaction de les voir en petit, tels qu'ils sont en grand sur le terrain, et par conséquent ce qui est levé et ce qui reste à faire; on a l'agrément de pouvoir s'assurer, en travaillant sur les lieux, de l'exactitude du détail, lorsqu'on apperçoit quelques-uns des principaux objets qui ont été posés sur le papier, d'après des observations et des calculs faits avec soin.

(85.) Lorsqu'on veut lever le détail d'un pays en se servant de la planchette; il faut, 1.° avoir sur le papier qui la couvre les points fondamentaux du canton où l'on veut commencer ce travail; 2.° il faut aussi avoir la direction du nord de l'aiguille aimantée, et à son défaut prendre soi-même cette direction, ce qui se fait comme il suit; 3.° enfin, il faut bien orienter la planchette.

Pour orienter la planchette, on pose le côté de la boussole qui est parallèle au nord-sud, le long de la ligne du nord de l'aiguille, ayant attention de mettre le dard de la boussole du même côté que le dard ou la ligne de direction, tracée sur le papier; cela fait, et la boussole ne se dérangeant pas, on tournera la planchette jusqu'à ce que l'aiguille aimantée se fixe directement au point nord, ou qu'elle soit dans le plan vertical qui passeroit par la ligne nord-sud, gravée dans le fond de la boîte; quand cela est ainsi, la planchette est orientée.

A l'égard des points fondamentaux, on prend sur le papier, où ils sont tous exactement rapportés, ceux du canton que l'on veut détailler.

Si la direction de l'aiguille aimantée n'a pas été observée et tracée sur le papier qui contient la position des principaux objets du pays, pour avoir cette direction, on se place dans l'alignement de deux points déterminés, et posés sur le papier qui est attaché à la planchette; on fait convenir cet alignement avec son correspondant sur la planchette, de manière qu'ils n'en fassent qu'un : alors on rend la planchette invariable, et on y pose la boussole que l'on tourne, ou sur la droite, ou sur la gauche, jusqu'à ce que l'aiguille se soit arrêtée directement vis-à-vis le point marqué nord; dans ce cas, on tient la boussole immobile, et l'on tire le long de ses côtés, parallèle à l'aiguille, une ligne qui est celle de la direction de l'aiguille aimantée.

On se sert continuellement de cette direction, dont le côté du nord est distingué de celui du midi, pour orienter la planchette.

Manière de lever le détail avec la Planchette.

(86.) Supposons qu'à commencer d'*Ervée* (*fig.* 36), on veuille lever le détail qui est entre ce lieu et *Boissy*; que pour cela on ait sur la planchette les points fondamentaux qui sont nécessaires, tels que le clocher d'*Ervée*, celui de *Boissy*, et même celui de *Cailly*, de *Brienne* et autres endroits, dans l'intérieur ou environnans le canton dont il s'agit.

On fera d'abord mesurer la distance qu'il y a du clocher d'*Ervée* au point *B'*, d'où l'on a intention de partir; on prendra sur l'échelle de la carte, la même

distance que l'on portera sur le papier fixé sur la planchette (*fig.* 37), qui déterminera le point b' correspondant au point B' du terrain. Au point B' du terrain, on y posera et on y orientera la planchette, alors on la rendra immobile; cela fait, du point b' du papier, et en se servant de l'alidade, on tirera une ligne dans la direction du point C'; on fera mesurer la distance du point B' au point C': si entre ces deux points, il y a 320 mètres, on prendra la même longueur sur l'échelle de la carte, on la portera du point b' sur le rayon dirigé au point C', et on aura son correspondant c' sur le papier; entre les points b' et c', on figurera tout ce qui est sur le terrain entre ces mêmes points.

On établira, on orientera, et on rendra la planchette immuable au point C'; de son correspondant c', on tirera sur le papier une ligne dirigée sur le chemin $C'D'$, on fera mesurer sa longueur; si elle est de 240 mètres, on prendra ce même nombre sur l'échelle de la carte, on le portera du point c' sur cette ligne, et on aura sur la planchette le point d' qui correspondra au point D'; on figurera entre c' et d', ce que l'on voit sur le terrain le long du chemin $C'D'$.

Arrivé au point D', où l'on arrangera la planchette comme il convient, on tracera de son correspondant d', 1.° un rayon sur le papier, selon la direction du chemin $D'O$; 2.° un rayon, selon la direction du chemin $D'G'$; et 3.° un rayon dans l'alignement du chemin $D'E$. Si de D' en O' il y a 510 mètres, de D' en G' 590 mètres, et de D' en E' 420 mètres, on portera les mêmes nombres du point d' sur les lignes correspondantes, et on aura sur le papier les points o, g', e', qui représenteront ceux O, G', E' du ter-

rain ; alors, on figurera entre d' et o, entre d' et g', entre d' et e', ce qu'on verra sur le terrain entre les mêmes points.

Supposons que du point e', où l'on est venu pour continuer le détail, on y voit le clocher de *Cailly*, celui de *Brienne*, celui d'*Ervée*, celui de *Boissy*, etc. il convient de s'en servir pour examiner si le détail qu'on a levé jusqu'à ce point est exact.

Comment on vérifie sur le terrain le détail qu'on vient de lever avec la Planchette.

(87.) La planchette étant orientée, il faut arranger l'alidade sur chacun des clochers ou autres points, dont la position a été déterminée par le calcul, lesquels doivent se trouver sur le papier qui couvre cette planchette. Au cas que, sur chaque alignement dirigé du point e' sur ces points ainsi déterminés, se trouve l'objet qui lui répond sur le papier, le détail qu'on aura jusqu'à l'endroit e', où se fait la vérification, sera exact : s'il en est autrement, il faudra rectifier le travail, ce qui se fera comme il suit.

De quelle manière on rectifie sur le terrain le détail qu'on prend avec la planchette, lorsqu'on y apperçoit de l'erreur.

(88.) Imaginons que les rayons visuels dirigés du point e' sur les objets du pays, ne passent pas par leur correspondant posé sur le papier, on apperçoit donc au point e' de l'erreur dans le détail : pour y remédier, on posera l'alidade dans l'alignement du clocher de *Brienne* sur le terrain, et du clocher de *Brienne* sur la planchette ; alors, on tirera une ligne le long de

l'alidade, et, du côté de *e'* qui contiendra nécessairement ce point, on en tirera pareillement une autre du même côté, dans la direction du clocher d'*Ervée* sur le terrain, et du clocher d'*Ervée* sur la planchette, elle contiendra aussi ce point *e'*; on tirera de même sur le papier une ligne dans la direction de *Boissy* ou de *Cailly* et du point qui représentera cet objet sur la planchette, cette ligne contiendra nécessairement encore le point *e'*; ensorte qu'on aura celui qui répondra exactement à l'endroit *e'*, où se couperont tous ces différens rayons, et le détail sera rectifié.

Le point *E'* du terrain étant bien sûrement placé en *e'* sur le papier, on continuera le détail, comme nous venons de l'enseigner; cela n'ayant point de difficulté, on n'en dira pas davantage.

Pour ne rien omettre, il convient de faire voir comment on peut appercevoir les variations de l'aiguille aimantée.

Comment on découvre que l'aiguille aimantée ne prend pas son nord, et de quelle manière il faut se conduire en pareil cas.

(89.) Lorsqu'ayant orienté la planchette, au moyen de l'aiguille aimantée, et qu'ayant dirigé, de l'endroit où l'on se trouve, un rayon sur chacun des principaux objets déjà placés sur le papier, ces rayons passent tous à la fois par les objets où ils sont envoyés sur le terrain, et par leurs correspondans sur la planchette, on est bien certain que l'aiguille aimantée n'éprouve pas de variations en cet endroit; mais, quand le contraire arrive, malgré les soins que l'on prend, il est certain que quelque chose dérange l'aiguille,

guille, qu'elle ne peut se diriger vers son véritable nord, et par conséquent que la planchette n'est pas bien orientée.

Dans ce cas, il faut se servir successivement des rayons qu'on déterminera, c'est-à-dire, que pour remédier à l'inconvénient de ne pouvoir pas orienter la planchette avec l'aiguille aimantée, il faut suivre le détail, en faisant convenir les rayons tracés sur le papier avec ceux du terrain qu'ils représenteront: cela n'exige à chaque station qu'un peu plus de soin et plus d'attention, moyennant quoi le travail est exact et se continue.

Dans les plans, ou la moindre différence est toujours une erreur trop considérable, on a la précaution, en levant ces plans, de planter des signaux à certains points de station; ces signaux servent pour vérifier le travail. Pour cet effet, on examine si les rayons qu'on y dirige passent par les points qui leur correspondent sur la planchette, alors on est assuré que le travail est exact.

(90.) Ce qu'on vient de dire fait sentir qu'il n'est pas toujours nécessaire d'avoir une aiguille aimantée sur la planchette pour lever exactement, puisqu'on ne peut s'en assurer qu'autant que les rayons visuels qui doivent se correspondre, coïncideront véritablement, et que certains points du papier conviendront aussi dans l'alignement de leur semblable sur le terrain.

Pour faire l'application de ce qui vient d'être dit, nous supposerons que du point E' (*fig.* 36), on a envoyé, sur le milieu du chemin $E'F'$, une ligne, et qu'ayant mesuré $E'F'$, on a trouvé 500 mètres; ensorte que les ayant portés sur la lignes $e'f'$ (*fig.* 37),

on y a déterminé le point f' qui correspond à celui F' du terrain; mais, après avoir arrangé la planchette à ce point, on a remarqué que l'aiguille aimantée n'y prend pas son véritable nord, car les points E', e', les clochers du pays et les objets placés sur le papier ne se trouvent pas dans l'alignement qui doit passer par les points correspondans; dans ce cas, voici de quelle manière il faut se conduire.

Comment on lève, avec la Planchette, sans le secours de l'aiguille aimantée.

(91.) Supposons que le point e', et en conséquence le point f' soient exactement établis sur le papier, on arrangera f' sur F', ensorte que le point f' soit sur le point F' qu'il représente; cela étant, on fixera la planchette, on dirigera une ligne du point f' le long du chemin $F'S$, et si de F' en S, il y a 400 mètres, on les portera sur cette ligne, pour y avoir le point s, qui répondra à celui S du terrain.

Du point f' encore, on tirera une ligne dans la direction du point H', et si de F' en H', il y a 520 mètres, on les portera sur cette ligne, afin d'y avoir le point correspondant h'; entre f' et h', on y figurera ce qu'on verra sur le terrain, entre les mêmes points.

On viendra établir la planchette au point H', de manière que son correspondant h' soit dans sa verticale, et que $h'f'$ soit parfaitement dans l'alignement de $H'F'$; alors la planchette étant immobile, on dirigera une ligne sur le point G'; si la distance $H'G'$ est de 320 mètres, on en portera autant sur cette ligne, et on y aura le point correspondant g', qui doit se trouver au même endroit où il a été placé en opérant au point D'.

Arrivé au point G', on y établira la planchette, comme il vient d'être dit, ensuite on dirigera, 1.° une ligne sur le point D' qui doit passer par son correspondant d', déjà posé sur le papier; 2.° on en dirigera une autre le long du chemin $G'I'$; et 3.° on en dirigera une troisième sur le milieu du chemin $G'K'$; ensuite on fera mesurer chacun de ces rayons, afin de donner même longueur à leurs correspondans; enfin, entre h' et g', entre g' et d', entre g' et i', et entre g' et k', on y figurera ce qui est entre les mêmes points sur le terrain.

C'est de cette manière qu'on lève avec la planchette, en se servant de l'aiguille aimantée, ou en ne s'en servant pas, la minute du détail d'un pays; ensorte qu'on ne peut se tromper, sans s'en appercevoir, comme cela arrive lorsqu'on fait un brouillon, et on n'omettra rien sans le vouloir.

(92.) Nous avons dit que l'on pouvoit se servir de la planchette pour établir des points intermédiaires aux objets déterminés entre eux par des observations et par des calculs faits avec soin; nous avons aussi expliqué, en peu de mots, la manière d'établir ces sortes de points, parce qu'il y a des pays dont la situation est telle qu'il est possible d'y multiplier les objets autant qu'on le veut, en y établissant, pour cet effet, des signaux sur les endroits les plus éminens; ensorte que la hauteur où ils sont, fait qu'on les voit presque continuellement, et qu'ils servent à lever le détail sans être obligé de mesurer les distances entre les points de station. Dans les pays où l'on peut avoir cet avantage, il en faut profiter : la manière d'en lever le détail, est en quelque sorte différente de celle qu'il faut employer dans un pays

plat, où, en quelque nombre que soient les objets, on a peine d'en découvrir plusieurs à la fois, parce qu'on y est ordinairement offusqué de toutes parts.

(93.) Quand on lève avec exactitude le détail d'un pays, et que pour cet effet on se sert de la planchette, ayant les points du canevas déterminés trigonométriquement, on prend le parti de ne faire aucun mesurage; mais on se lie aux points fondamentaux par des sections de lignes qui passent par ces points de terrain, et par leurs correspondans sur la planchette. Dans ce cas, il faut avoir l'attention de préférer les lieux d'observation, de ne se servir que des mêmes, autant qu'il est possible, et des plus éloignés entre eux, parce que ce sont des bases exactes auxquelles s'attachent aisément les carrefours de chemin, les ponts, les gués, etc. On ne doit se servir des autres lieux qu'au défaut de ceux d'observation, parce que quelques-uns de ces points intermédiaires peuvent se trouver hors de leur place, si l'observateur a été trompé par l'indicateur; ce qui peut arriver quand les objets se ressemblent, ou quand un indicateur succède à un autre.

Le canevas d'une carte se forme dans le cabinet: là, on prend les points nécessaires pour lever le détail du pays, sur un papier que l'on attache sur la planchette, et qui à la campagne est exposé à l'humidité et à la chaleur du temps, ce qui fait qu'il augmente ou diminue de grandeur, selon qu'il est épais et plus ou moins collé; de manière que les points piqués, d'après le canevas même, ne se rapportent plus, quand on veut adapter ce morceau; c'est à quoi on doit faire attention.

Il faut s'être beaucoup exercé à figurer, à vue et

au pas, les différentes choses qui se rencontrent dans un pays, avant que de se servir de la planchette : la planchette, il est vrai, statue avec précision les carrefours, les angles et les directions des chemins, des avenues, des canaux, des rivières, des ponts, des gués, des écluses, des haies, des bois, etc.; mais le trop fréquent usage qu'on en feroit, pourroit faire perdre la justesse du coup-d'œil, et empêcher que l'on ne s'habituât ensuite à figurer autrement. Quoiqu'il ne s'agisse que de savoir placer la planchette avantageusement, et la bien orienter pour faire le détail d'un pays avec exactitude, à la guerre et dans d'autres cas, cette précision scrupuleuse est inutile; on n'a pas assez de temps, on est pressé d'avoir en gros la masse et la situation du pays pour décider d'un mouvement : il faut donc alors faire une figure du local; c'est tout ce que l'on demande. Pour ne jamais se trouver embarrassé dans les différentes circonstances où l'on peut se trouver, il faut connoître toutes les méthodes et les avoir bien pratiquées pour s'en servir au besoin.

Manière de lever avec la planchette, le détail d'un pays sans en rien mesurer.

(94.) Afin de développer la méthode que l'on emploie pour lever le détail d'un pays montueux, nous imaginerons que sur les endroits les plus élevés du pays, représenté *figure* 36, on y a fait mettre les signaux *L'M'N'*, et que des clochers du pays, comme du clocher de *Brienne*, du clocher d'*Ervée*, de celui de *Boissy*, de celui de *Cailly*, ou d'autres points posés sur le papier, d'après des calculs, on a envoyé sur chacun de ces signaux différens rayons qui en ont

donné la position invariable sur le papier (*fig.* 37), l'un au point *l'*, l'autre au point *m'*, et l'autre au point *n'*, tels qu'ils sont situés sur le terrain, les uns à l'égard des autres, et par rapport aux autres objets.

Supposons qu'avec le secours des clochers du pays et des signaux *L'*, *M'*, *N'*, on veuille lever le détail compris entre *Boissy* et *Ervée*; il est clair qu'en quelque endroit que l'on oriente la planchette, les distances entre les objets du pays seront parallèles, chacune à la distance qui lui correspondra sur le papier; c'est-à-dire, que la distance de *Brienne* à *Ervée*, que celle d'*Ervée* à *Boissy*, et celle de *Boissy* à *Cailly*, ou celle de *Boissy* aux signaux *L'*, *M'*, *N'*, seront parallèles aux distances qui les représentent sur la planchette; et il est encore clair que ce parallélisme subsistera toujours dès qu'on aura orienté la planchette sur le terrain. Cela étant incontestable, commençons le détail dont il s'agit, et établissons d'abord le pont *R* sur le papier; pour cela la planchette étant bien orientée sur ce pont, on mettra l'alidade dans l'alignement du clocher de *Brienne*, et du point où il est posé sur le papier; le long de la règle de l'alidade, on tirera une ligne du côté du pont *R* qui contiendra nécessairement le lieu où il doit être sur le papier; on mettra l'alidade dans l'alignement du clocher de *Boissy*, qui est sur le terrain, et du même clocher posé sur la planchette et le long de la règle, on tracera une ligne qui contiendra pareillement le lieu du pont *r*. Si on met l'alidade dans l'alignement d'un autre objet du pays, de son correspondant sur la planchette, tirant une ligne le long de la règle, elle contiendra encore le lieu du pont *r*, qui sera parconséquent au point de section de ces trois lignes.

Pour peu que l'on fasse d'attention à cette opération, on sentira que le pont *r* ou *R* devient le sommet commun à deux triangles semblables, et par-conséquent que les côtés du triangle que l'on forme sur le papier, sont proportionnels aux côtés homologues du triangle fait sur le terrain. Du lieu *r* de ce pont, on dirigera un rayon selon le cours supérieur et inférieur du ruisseau qui passe sous ce pont, et on tirera une ligne dans la direction du point *S*; alors sur le papier, et en suivant ces lignes on figurera les choses dont elles marquent la situation. Si dans ces directions, il y a des objets qu'il importe de figurer à leur véritable place, on les déterminera par un rayon envoyé pour cet effet des stations qui suivront sur chacun de ces objets : c'est ainsi que par la section de deux rayons, on parviendra à figurer chaque chose en son lieu.

On se rendra au point *F'*, et on l'établira sur la planchette, en mettant l'alidade dans l'alignement du clocher de *Boissy*, qui est sur le terrain, et du même clocher qui est sur le papier, on tirera du côté de *F'*, une ligne dans cette direction; ensuite on se servira d'un ou de plusieurs autres objets du pays, comme de *M'*, d'*Ervée*, ou de *N'* et de leurs correspondans, pour avoir au moins deux lignes qui, coupant la première, y donneront à leur point d'intersection le lieu du point *f'* sur le papier.

De ce point *f'*, établi sur la planchette, on enverra 1.° un rayon au point *S*, entrée du village de *Boissy*; ce point *S* sera terminé en *s*, où est coupée la ligne qui y a été envoyée du pont *R*; 2.° on dirigera un rayon sur le point *H'*; et 3.° on tracera un rayon dans la direction du point *E'*; le premier rayon

donnera la situation du chemin $F'S$, le second donnera la situation du chemin $F'H'$, et le troisième donnera la situation du chemin $F'E'$ qu'on pourra figurer sur le papier avec tout ce qui les environne.

On ira au point G' pour établir sur la planchette, et de la manière qu'on vient de l'enseigner, son correspondant g', d'où l'on enverra 1.° un rayon sur le point H', afin d'avoir son correspondant h' à l'endroit où sera coupé celui qui a été dirigé du point F'; 2.° on dirigera un rayon dans le milieu du chemin $G'D'$; 3°. on tirera un rayon sur le chemin $G'I'$; et 4.° un autre dans la direction du chemin $G'K'$; ensorte qu'ayant la situation de ces chemins sur la planchette, on les y figurera en tout ou en partie, avec le détail qui les accompagnera.

Si on fait une semblable opération au point D', pour en avoir le lieu sur le papier et aussi la situation des chemins $D'E'$, $D'O$, $D'C'$; qu'on opère de même au point O pour le placer sur la planchette et pour y placer aussi le point B', et encore afin d'avoir la situation exacte des rues d'*Ervée*; enfin si l'on y figure à mesure ce que l'on verra sur le terrain, on aura le détail que l'on s'étoit proposé de lever entre *Boissy* et *Ervée*.

Cette ancienne méthode a l'avantage de donner un détail précis, en y employant beaucoup moins de temps, qu'en levant de toute autre façon. M. Montanel, ingénieur géographe, insista sur son usage dans un pays de grandes montagnes, dont il a fallu lever la carte avec toute la diligence possible.

OBSERVATIONS.

(95.) Dans des départemens, tels que ceux des

Vosges, des Alpes, des Pyrénées, etc., il se trouve en certains cantons des obstacles cachés, ou même découverts, qui empêchent d'en lever le détail avec précision, en se servant de l'aiguille aimantée ou de la boussole sur la planchette; il est difficile dans ces sortes de pays ferrugineux de réussir, si celui qui opère n'a pas les connoissances géométriques nécessaires pour lever les difficultés qui se rencontrent: voici un moyen qui peut être employé dans ces circonstances.

Imaginons donc de ces pays renfermant dans leurs entrailles des obstacles ferrugineux, c'est-à-dire, des mines de fer apparentes ou invisibles; ensorte que l'aiguille aimantée ne prend pas la véritable direction : il arrive même que lorsqu'on est au-dessus de ces mines, elles attirent l'aiguille de manière qu'elle est sans mouvement, et que sa pointe pose sur le fond de la boîte qui la contient; c'est ce qu'on éprouve dans différens endroits du pays des Aldules, frontières d'Espagne.

Supposons enfin que les principaux lieux et différens objets d'un pareil canton sont déterminés avec précision et établis, comme on l'a enseigné, sur le papier destiné à servir de canevas au travail qui doit représenter le détail d'un canton, tel qu'on le suppose ici. Pour réussir, on se portera à un des principaux points qui aura été statué par les opérations fondamentales; de ce lieu, choisi avec réflexion, et pour le plus commode, on alignera l'alidade sur un des autres points fondamentaux, alors, on fixera la planchette, ensuite on dirigera un rayon sur chaque objet de détail visible de ce lieu, comme un poteau, une flèche, un arbre remarquable, etc.

Le long de ces différens rayons tracés sur le papier, on écrira le nom de l'objet sur lequel il est dirigé ; cela fait, on se transportera à un autre des points fondamentaux, d'où l'on puisse voir quelques-uns ou la plupart de ces objets de détail; là, appuyant la règle de l'alidade sur l'alignement de ce point de station à un autre point fondamental, on dirigera des rayons à la ronde sur tous les objets de détail, ou sur la plupart de ceux qu'on aura vus de la station précédente, et sur ceux qu'on découvrira de ce lieu ; ayant toujours soin d'écrire le long de chacun de ces rayons, le nom de la chose sur laquelle il aura été dirigé; alors la section des lignes dirigées de ces deux stations sur les mêmes objets, déterminera leur position respective par rapport aux points fondamentaux; on fera la même chose à quelques-uns des autres points du canevas, et ainsi on déterminera la place de chacun de ces objets de détail.

REMARQUE.

(96.) Il arrive quelquefois que par la section des lignes, partant de deux points fondamentaux, on a déterminé la position d'un arbre de remarque, d'un poteau, d'une flèche, d'une pointe, d'un rocher, ou, etc. qu'on ne peut appercevoir d'aucun centre des points capitaux, et que se transportant en ce lieu, on ne peut voir que l'un de ceux qui ont servi à en fixer la position, l'autre étant caché par une chose quelconque; cependant il est nécessaire de statuer le détail de ce canton avec précision. Alors on établit la planchette en ce lieu, posant l'alidade bien précisément le long de la ligne qui vient du point visible et qui en a décidé la position; alors on fixe la plan-

Digitized by Google

chette, et on dirige à la ronde des lignes sur tous les objets essentiels que l'on découvre de ce lieu, en écrivant leur nom le long de la ligne qu'on y dirige, ainsi qu'on l'a déjà dit.

On statue de même la position de toutes espèces d'objets de détail, en ajustant toujours et précisément la règle de l'alidade le long de la ligne qui a décidé la position de la chose : c'est ainsi que l'on parvient à établir les objets de détail à leur place respective. Après cela on visite, on examine avec soin les alentours pour voir ce qui y tient de près, ce qui y passe, ce qui y aboutit, ou qui les environne de près ou de loin, comme mare, étang, lacs, marais, bois, etc. On figure toutes ces choses à mesure sur le papier, et c'est ainsi que l'on parvient à représenter au vrai la situation et le détail de ces sortes de pays, malgré les obstacles qui se rencontrent. Ce que l'on vient d'enseigner est si aisé à comprendre, qu'on s'est dispensé d'en donner une figure.

Observations nécessaires pour que la Carte d'un pays soit sans défauts d'intelligence.

(97.) Premièrement, il faut avoir attention d'indiquer le cours des fleuves, des torrens, des rivières et des ruisseaux, en se servant pour cela, selon l'usage établi, d'une flèche, dont le dard marque de quel côté coulent les eaux; c'est en ce sens aussi qu'il convient d'écrire le nom que portent les différens objets dignes de remarque.

Secondement, il faut non-seulement distinguer, par une grosse ponctuation, les limites d'une province, mais il faut aussi distinguer, par des lignes plus finement ponctuées, ses divisions; et par des

lignes ponctuées plus légèrement encore, ses sous-divisions; dans ces cantons, on écrira leur dénomination, en proportionnant la grosseur du caractère à leur étendue.

Troisièmement, il faut que le nom de chaque objet du pays soit écrit de manière qu'on ne puisse le prendre pour le nom d'un autre objet; il convient de distinguer, par différentes sortes d'écritures, ou au moins par la grosseur du caractère, le nom des villes capitales, d'avec le nom des autres villes, etc. En plus petit caractère le nom des bourgs, des villages; en plus petit caractère encore celui des hameaux, des fermes, des maisons particulières, des moulins, des ponts, des gués, etc., ensorte que cette gradation fasse connoître que l'objet est plus ou moins considérable.

Quatrièmement, lorsque c'est la carte d'une province frontière, il convient que la frontière soit au haut de cette carte, et qu'elle soit écrite en ce sens; c'est-à-dire, comme si on alloit directement à une ligne tirée d'une des extrémités de cette frontière, à son autre extrémité; mais si c'est la carte d'une province non frontière, il faut affecter d'abord le nord au haut de cette carte.

Cinquièmement, quand on lève une carte, dont l'objet est militaire, il ne faut pas négliger d'y écrire le nom des grands chemins qui traversent le pays, ni d'y marquer tous les chemins, c'est-à-dire, ceux même qui n'ont point de débouché; parce qu'en omettant ces derniers sur une carte dressée pour faire des manœuvres de guerre, on suit souvent, si on n'a un bon et fidèle guide, un chemin qu'il falloit abandonner; d'où il résulte qu'on est dans le cas de reve-

nir sur ses pas, ce qui fatigue des troupes mal à propos, et peut causer la perte d'un temps très-précieux, surtout quand il faut arriver à heure marquée; sans quoi on seroit exposé à échouer dans une entreprise dont le succès seroit capable de contribuer au salut d'un peuple ou d'un état, ou qui peut devenir de grande importance à une armée.

Il est essentiel d'observer ces cinq articles; autrement une carte détaillée pour le service militaire seroit défectueuse, quelque bien levée qu'elle fut.

Manière de dresser et de détailler une Carte sur des indices.

(98.) On n'est pas toujours pourvu des cartes qui seroient nécessaires à la guerre, ou parce qu'elles n'ont pas été levées, ou parce que les frais en ont été faits par une puissance qui a eu soin d'empêcher la communication d'un travail de cette conséquence, afin de connoître seule l'enceinte et l'intérieur de ses propres états.

Les cartes imprimées ne sont pas ordinairement assez détaillées pour servir à tous besoins; il arrive des circonstances, où il est important de bien connoître la constitution d'un pays, afin d'y exécuter des marches et des manœuvres capables de faire réussir les entreprises les plus difficiles, ou de rendre inutile le projet le plus réfléchi. Faute de carte nécessaire, on emploie un moyen, peu exact, à la vérité, pour en former une qui puisse donner d'un pays, une idée qui convienne; elle a ses avantages dans les circonstances dont nous venons de parler.

On assemble les personnes du pays réputées pour le bien connoître, et surtout celles qui ont le plus

d'intelligence pour répondre à toutes les questions qu'il convient de leur faire, en les interrogeant séparément, et à l'écart, afin de mieux juger de la vérité : ces questions doivent rouler :

1.° Sur les distances estimées par heures de chemin, entre les villes, bourgs, villages, hameaux, etc. A mesure qu'on en est instruit, on en forme des triangles auxquels on donne pour côtés les heures de chemin indiquées, prises sur l'échelle qu'on juge à propos d'affecter, et ainsi on fait le canevas, et on a la position des principaux lieux du pays dont il s'agit ;

2.° Sur les grands chemins et sur toutes les grandes et petites communications qui vont d'un lieu à d'autres, observant, à cet égard, de savoir si elles sont pavées ou ferrées, ou si elles ne le sont pas, si elles sont bonnes ou mauvaises ; si de gros équipages peuvent y passer, et qui sont celles qui ne peuvent être suivies que par des gens à cheval et à pied, ou par ces derniers seulement ; on trace ces chemins sur le papier, suivant l'idée qu'on reçoit, en les accompagnant de notes sur leur nature ;

3.° Sur le passage des rivières, ruisseaux et canaux qui arrosent le pays ; à mesure que toutes ces choses sont indiquées, on les trace sur le papier, à la distance à droite ou à gauche, des lieux qui en sont voisins, et des indices qui sont sur leurs rives ; on a soin aussi de marquer le cours de ces eaux, et au surplus on fait des notes sur la nature du fond où elles coulent ;

4.° Sur l'emplacement, la nature, la largeur et la bonté des ponts, et aussi sur le lieu des gués qui traversent les rivières ; d'après les réponses, on exprime

ces sortes de passages, où ils sont indiqués, ayant une attention toute particulière pour les bien situer à l'égard des lieux qui en sont voisins, ce qui est de très-grande conséquence;

5.° Ayant ainsi dressé la carcasse de cette carte, on s'informe de la nature générale du pays, afin de pouvoir en figurer les montagnes, les coteaux, les vallons, etc. d'une manière conforme à la vérité, et aussi les bois, les prairies, les marais, les étangs, selon leur étendue et leur emplacement;

6.° Enfin, on prend une connoissance particulière du pays, en se faisant instruire du lieu et du nom des églises, des oratoires, des fermes, des cabarets, des moulins, des arbres remarquables, etc. qui sont sur les bords ou dans le voisinage des chemins: une pareille carte peut servir pour faire marcher ou manœuvrer un corps de troupes, et suppléer au défaut d'une carte exacte et détaillée.

Usages des Cartes imprimées pour en faire de détaillées.

(99.) Lorsqu'on n'est point pourvu de la carte d'un pays, levée et détaillée comme on la voudroit, on se sert de sa carte imprimée, reconnue la meilleure, afin d'en rapporter d'abord le canevas, d'après une échelle plus sensible que celle de cette carte; et de pouvoir ensuite y marquer le détail; pour cela, sur la carte imprimée, on trace ordinairement des carreaux d'une grandeur arbitraire, et sur un papier, on en trace le même nombre en tous sens, en observant que le côté des grands carreaux soit au côté des petits carreaux, comme un certain nombre de mesures de l'échelle de la carte que l'on veut faire, est au

même nombre de mesures de l'échelle de la carte imprimée, c'est-à-dire, dans le rapport de ces lignes; cela fait, on met dans chacun des grands carreaux, ce qui se trouve dans chacun de ceux de la carte imprimée, auxquels ils répondent; après avoir mis les objets à leur place, et fait sinuoser les rivières, les ruisseaux, etc., on a le canevas de cette carte, où ensuite on exprime le détail, comme il a été dit ci-devant.

Pour avoir un détail plus vrai et plus précis que celui que l'on peut faire d'un pays, sur le rapport de ceux qui l'habitent ou qui y commercent, le général de l'armée fait figurer, par ses aides-de-camp ou par d'autres officiers instruits et intelligens, sur le terrain même, ce qu'ils y voient d'essentiel et d'utile à remarquer; ils examinent si bien la situation, la grandeur et la nature de toutes les choses, dont il importe d'avoir une parfaite connoissance, que l'on parvient à former une carte telle qu'on en a besoin; et comme rien ne leur est échappé, ils corrigent même le canevas qui en a été dressé: si un objet qui y a été placé à gauche d'une rivière, ou d'un chemin, etc. se trouve à droite sur le terrain, ou qu'il soit de toute autre manière hors de sa place, ou qu'il soit dénommé du nom d'un autre endroit sur la carte, ils ne manquent pas de le faire connoître; enfin, leurs observations s'étendent sur tout ce qui constitue la nature générale et particulière du pays, et de cette manière on est pourvu d'une carte qu'on n'auroit pu avoir autrement.

Des reconnoissances militaires, ou faites à vue.

(100.) Le besoin que l'on a à la guerre de connoître

tre promptement et en gros la situation d'un pays, où marche et où campe une armée, ne laisse point le temps d'y procéder d'une manière bien exacte, tant pour le canevas que pour le détail; alors l'instrument et la chaîne sont inutiles, pour déterminer la position respective des lieux et leur distance entre eux. Dans ce cas, on travaille au pas réglé de l'homme ou du cheval, et au coup-d'œil : au coup-d'œil, pour former à peu près et à mesure que l'on avance, l'angle que font les principales parties d'un grand chemin, d'une digue, d'une rivière, etc.; au pas, pour déterminer les longueurs des chemins qui aboutissent à des carrefours, à des ponts, à des gués, etc. où passe la route; estimant la distance qu'il y a de ces endroits à des objets voisins, si on n'a pas eu de moyens moins équivoques pour la déterminer; comme lorsqu'on a recours à une bonne carte gravée que l'on dresse sur une échelle sensible, prenant un décimètre pour deux ou trois kilomètres.

Quand on a assez de temps, on se donne quelquefois la peine de monter dans un édifice élevé, se faisant accompagner d'un bon indicateur; de-là, on trace des lignes occultes, dans la direction de chacun des objets essentiels que l'on apperçoit; on forme grossièrement sur le papier les angles qu'ils font entre eux, sur chacune de ces lignes; on met la distance en kilomètres ou en parties de kilomètre qu'annonce l'indicateur. Lorsque l'on a ainsi les principaux endroits du pays, chacun à sa place, on travaille au détail; mais pour réussir avec cela à faire une bonne reconnoissance militaire, il faut, 1.° remarquer devant, ou à peu près devant soi, un objet quelconque, comme une tour, un clocher, un moulin à vent, etc.

et bien observer, en avançant, si cet objet se trouve toujours dans la même direction, ou s'il est à droite ou à gauche, parce que le chemin se détourne; il faut, 2.° remarquer d'autres objets, situés d'un côté ou de l'autre, de l'endroit d'où l'on part, et chaque fois que l'on change de direction, quel angle cette direction fait avec ces objets, ou avec ceux que l'on apperçoit en avançant : c'est ainsi que se fait militairement une reconnoissance de pays; on marque, et l'on exprime sur le papier et à leur place, les rivières, les ruisseaux, les canaux, les ponts, les gués, les ravins, les marais, les montagnes, les bois, les moulins, etc., et enfin tout ce que l'on rencontre le long d'un chemin ou sur les côtés; on dessine toutes ces choses, selon leur étendue et leur figure approchante; cela s'appelle travailler sur la main : c'est tout ce qu'il faut à la guerre, en certaines occasions, en joignant à ce travail des notes instructives sur la nature de plusieurs choses, comme sur la nature des chemins, sur les fonds et les bords d'une rivière, sur la profondeur et la largeur des ravins, sur la nature des bois, etc.

Nous donnerons, dans la III.e partie, des détails plus étendus sur les moyens de dresser les cartes militaires.

N. B. Les personnes qui désireront s'instruire parfaitement dans la théorie du dessin de la carte et du lavis, pourront acquérir et consulter trois excellens ouvrages; le premier, par Dupain, sous le titre de la Science des Ombres, par rapport au dessin, etc.

Le second, par Delagardette, sous le titre de nouvelles Règles pour la pratique du dessin et du lavis de l'architecture civile et militaire. Ils se vendent chez le même libraire, qui a imprimé celui-ci.

Le troisième, sous le titre de cours complet de Topographie, par M. Moitte, professeur de dessin et de cartes à l'école militaire spéciale de cavalerie, se vend chez Théophile Barrois, libraire, rue Hautefeuille, n.° 28.

Ces trois ouvrages, indispensablement nécessaires aux élèves qui veulent se perfectionner dans le dessin de la carte, contiennent ce que l'on peut désirer de plus parfait dans ce genre; ils diffèrent assez entre eux pour que l'on ne puisse se dispenser de les étudier tous les trois, comme ce qui existe de mieux dans ce genre.

CHAPITRE VII.

Description et usage de la Boussole dans la levée des Plans.

(101.) On connoît la propriété des aiguilles aimantées, de se tourner vers le nord avec une déclinaison plus ou moins considérable, et qui varie suivant les temps et les lieux. La boussole des géomètres (*fig.* 38), n'est autre chose qu'une pareille aiguille posée sur un pivot, au moyen d'une chape pratiquée dans le milieu de son épaisseur. Pour que la boussole soit aussi exacte qu'il est possible, il faut que la chape soit d'agate. Le pivot de l'aiguille est placé au centre d'une circonférence de cercle tracée sur le fond d'une boîte quarrée, creusée circulairement dans toute son épaisseur; cette circonférence est divisée en quatre parties égales, par deux diamètres perpendiculaires entre eux, et aux côtés du quarré de la boîte. Sur l'un des côtés du quarré, on applique un petit solide de forme prismatique, dont la base est un petit rectangle; ce petit solide est attaché par une vis, au plan d'une des faces latérales de la boussole que l'on dispose toujours horizontalement. Dans chaque face *EF* de cette boîte, il y a un petit trou, et au-dessous un autre plus grand, au milieu duquel se trouve une petite languette de cuivre terminée en pointe : le tout est tellement disposé de part et d'autre, qu'en dirigeant un rayon visuel par l'un des petits trous, on apperçoit dans l'alignement les extrémités de la petite languette, dont on vient de parler, ce qui fixe la position des rayons dirigés avec cet instrument aux

différens objets. On voit donc que la ligne de mire *EF* et le diamètre *AB* étant toujours parallèles, l'angle que fait l'aiguille *GH* de la boussole avec *AB*, est le même que celui qu'elle fait avec le rayon visuel dirigé aux objets que l'on observe par l'alidade *EF*.

(102.) On emploie quelquefois la boussole pour déterminer la position de chacun des principaux lieux d'un pays; pour cet effet on observe, autant qu'il est possible, avec cet instrument, les angles que fait l'aiguille aimantée à toutes les sinuosités et les contours de chemins, que l'on mesure successivement en allant d'un lieu à un autre lieu. Par ces mesures rapportées et orientées sur le papier, on détermine la distance du premier objet au second, et de la même manière celle qu'il y a entre tous les objets du pays, en suivant les routes des uns aux autres.

(103.) Cette méthode, qui donneroit en même temps le canevas d'une carte, la longueur et la figure des chemins qui traversent un pays, seroit aussi bonne qu'elle est facile; 1.° si l'on n'étoit point exposé à se tromper dans des mesures répétées; 2.° si l'on ne trouvoit pas à monter et à descendre en toisant le long des chemins; 3.° si l'aiguille aimantée n'éprouvoit pas, à certaines heures du jour et en certains temps, des variations qu'on ne peut pas estimer.

Tous ces inconvéniens, qu'on ne peut contester, ne permettent point d'avoir aucune confiance dans le canevas d'une carte établie de cette manière, et on ne doit pas, pour toutes ces raisons, employer la boussole lorsqu'on voudra déterminer avec précision la position de chacun des principaux objets d'un pays; mais l'usage de la boussole est au contraire fort avantageux pour prendre le détail d'un pays, ou pour

remplir un détail entre des points bien établis par la trigonométrie.

(104.) Il y a deux manières de se servir de la boussole pour lever le détail de la carte d'un pays, elles consistent dans la manière de compter les degrés compris entre l'aiguille aimantée de la boussole et un alignement : suivant l'une, on ne considère point le nombre de degrés ; lorsqu'il est au-dessus de 180 degrés, on examine seulement si l'angle que fait l'aiguille aimantée, est à droite ou à gauche de la ligne *nord-sud*, tracée dans le fond de la boîte, et la valeur de cet angle; suivant l'autre, on compte depuis zéro degrés, indiqué par la *fleur*, jusqu'à 360 degrés, le nombre de degré compris entre zéro et le point où l'aiguille s'arrête.

Ces deux différentes manières de mesurer les angles compris entre l'aiguille aimantée et la fleur de la boussole, dirigée par le moyen de sa visière, sont les plus usitées ; car il existe un troisième moyen qui consiste à examiner dans lequel des quarts du cercle de la boussole se trouve l'aiguille aimantée.

Moyen de lever le cours d'une rivière avec la boussole, au moyen d'angles qui n'excèdent pas 180 *degrés.*

(105.) Supposons qu'il s'agisse de figurer le contour d'une rivière (*fig.* 39) ; on mesurera, sur l'un de ses bords, différentes bases *AB*, *BC*, *CD*, *DE*, etc., ensuite on observera avec la boussole les angles *aAB*, *bBC*, *cCD*, etc. que forment les directions de chacun de ces alignemens avec la ligne *nord* et *sud* de la boussole, qui est toujours indiqué par la direction de l'aiguille, et qui donne sur le plan les parallèles *Aa*,

Bb, *Cc*, *Dd*, etc. Puisque dans un même lieu l'aiguille est toujours tournée vers le même point de l'horizon, c'est ce parallélisme de l'aiguille aimantées, dans quelque position qu'elle se trouve, qui rend la boussole commode et expéditive dans les opérations de détail, parce qu'il n'est pas besoin de fixer deux objets pour déterminer les angles que font entre eux les différens alignemens. S'il y a sur l'autre bord, ou dans le milieu de la rivière des points remarquables, tels que *M*, *N*, *O*, *P*, etc., ou même s'il n'est question que de déterminer en différens endroits la largeur de la rivière, on dirigera à ces points des rayons, tels que *AM* et *BM*, *AN* et *BN*, *BO* et *CO*, etc., et l'on mesurera les angles de ces différens alignemens avec la direction de l'aiguille. S'il n'y a point d'objets remarquables aux endroits où l'on veut mesurer la largeur de la rivière, on y fera planter des signaux, et l'on prendra aux extrémités des différentes bases particulières, comme *AB*, *BC*, *CD*, etc., les angles que font avec ces mêmes bases les rayons visuels menés aux points que l'on veut marquer sur le plan.

Lever le détail d'un pays au moyen de la Boussole.

(106.) Si l'on vouloit, au moyen de la boussole, avoir le détail des objets qui se trouvent entre *Cailly*, *Brienne*, *Ervée* et *Boissy*.

Au point *A* (*fig.* 36) pris pour point de départ, on établira la boussole, on dirigera sa visière selon la partie droite *AB* du chemin qui conduit à *Brienne*; alors, si entre l'aiguille aimantée et la direction de ce chemin, il y a 27 degrés et demi à gauche de cette aiguille, sur le brouillon où l'on aura figuré le chemin

AB, on tirera une petite ligne qui représentera l'aiguille aimantée, et à gauche de cette ligne on écrira 27 degrés et demi, valeur de l'angle que fait l'aiguille avec ce chemin.

Etant au même point *A*, on dirigera la visière de la boussole sur le clocher de *Brienne*, que l'on suppose visible de ce point. S'il se trouve 42 degrés entre la gauche de l'aiguille aimantée et la direction du rayon envoyé sur *Brienne*, on écrira 42 degrés de la même manière sur le brouillon, c'est-à-dire, à gauche, entre la petite ligne et une autre ligne qui représentera le rayon dirigé sur *Brienne*, et que l'on désignera par le nom de ce lieu.

On dirigera encore la visière de la boussole sur le clocher de *Cailly;* alors, si entre la gauche de l'aiguille aimantée et ce rayon, il y a une ouverture de 140 degrés, on l'écrira de la même manière sur le brouillon, où l'on désignera, par le nom de *Cailly*, la ligne qui marquera le rayon visuel dirigé vers ce lieu. Cela fait, on ira au point *B* du chemin, où il se trouve une sinuosité, on mesurera la distance *AB*; si elle a 400 mètres, on les écrira sur le brouillon le long du chemin *AB*, qu'on y aura figuré avec tout ce qu'on aura trouvé en allant de *A* vers *B*.

On établira la boussole au point *B*, en dirigeant sa visière selon la direction du chemin *BC;* si entre la gauche de l'aiguille aimantée et le chemin, il y a 16 degrés, on les écrira sur le brouillon, entre la ligne représentant l'aiguille et le chemin *BC;* on mesurera la longueur du chemin *BC*, si on la trouve de 560 mètres, on les écrira sur le brouillon, entre le point *B* et le point *C*, et en allant de l'un à l'autre, on y

figurera tout ce que l'on verra de part et d'autre du chemin.

On établira la boussole au point *C*, on alignera sa visière sur le coude *D*, où est un pont; si l'aiguille s'arrête à 49 degrés et demi, on les écrira sur le brouillon du côté où on les verra, entre la ligne représentant l'aiguille et le chemin *CD*.

Comme au point *C* aboutit un autre chemin *CF*, on mettra la visière de la boussole dans la direction de ce chemin, et si à la droite du nord de l'aiguille aimantée, il fait un angle de 72 degrés et demi, on les écrira sur le brouillon, à la droite de la ligne représentant l'aiguille, ensuite on quittera le point *C* pour aller au point *D*, en faisant mesurer la distance *CD*, qu'on suppose de 320 mètres, pour l'écrire sur le brouillon, et y figurer en même temps ce chemin, et ce qu'on y verra de part et d'autre.

Arrivé au point *D*, on y établira la boussole, en dirigeant la visière sur le milieu *E* de l'entrée de *Brienne*; si le chemin *DE* fait avec la gauche de l'aiguille aimantée une ouverture de 57 degrés, on les écrira sur le brouillon, entre ce chemin figuré et la gauche de la ligne qui représentera le nord de l'aiguille aimantée.

On fixera la visière de la boussole dans la direction de la partie supérieure du ruisseau qui passe sous le pont *D*, et ensuite dans la direction de sa partie inférieure; alors, si entre la droite du nord de l'aiguille aimantée, on trouve 42 degrés pour la première déclinaison, et qu'à sa gauche, on trouve 88 degrés pour la seconde, on écrira ces nombres de degrés de la même manière sur le brouillon, où l'on figurera

le ruisseau, dont il est question; cette station finie, on fera mesurer la distance du pont *D* à l'entrée *E* de *Brienne*, et en supposant qu'elle soit de 600 mètres, on les écrira sur le brouillon où l'on aura figuré le pont *D*, le chemin *DE*, et tout ce qu'on aura vu en le suivant.

Parvenu à l'entrée *E* de *Brienne*, on y établira la boussole, mettant sa visière dans la direction de la rue qui traverse ce lieu; si, avec l'aiguille et à sa gauche, elle fait un angle de 68 degrés, on l'écrira de la même manière sur le brouillon, où après l'on représentera la figure, la situation et le nombre d'habitations, et aussi les murs et les haies qui séparent les possessions; enfin on mesurera la rue pour en coter sa longueur sur le brouillon.

Supposons qu'on ne doive pas aller plus loin que *Brienne*, mais qu'on veuille suivre le chemin qui vient aboutir au point *C* de celui qu'on vient de lever.

Ayant déjà observé au point *C*, que le chemin *CF* fait à la droite du nord de l'aiguille aimantée, une ouverture de 72 degrés et demi, il suffit de mesurer sa distance du point *C* au point *F*; si on la trouve de 400 mètres, on les écrira sur le brouillon le long de ce chemin qu'on y aura figuré avec tout ce qu'on y aura apperçu en se rendant au point *F*.

En continuant de la même manière de faire des stations à tous les coudes du chemin *CK*; si, par exemple, étant au point *F*, la situation du chemin *FG*, fait avec la droite du nord de l'aiguille aimantée un angle de 68 degrés et demi, et que la longueur *FG* soit de 700 mètres; si au point *G* le chemin *GI* fait avec la droite du nord de l'aiguille

une ouverture de 71 degrés; si le bord *GH* du bois fait aussi du même côté une ouverture de 163 degrés; qu'un rayon envoyé sur *Boissy* fasse pareillement du même côté un angle de 119 degrés; qu'un rayon dirigé sur le clocher de *Cailly* fasse, avec la gauche de l'aiguille aimantée, une ouverture de 149 degrés; qu'un rayon dans la direction du clocher de *Brienne* fasse aussi à sa gauche un angle de 85 degrés, et que la distance du point *G* au point *I*, soit de 780 mètres; si au point *I*, le chemin *IK* fait, avec la droite de l'aiguille aimantée un angle de 87 degrés et demi; que le bord du bois qui aboutit au même point *I*, fasse du même côté une ouverture de 125 degrés; et enfin que de *I* en *K*, on trouve 890 mètres;

A mesure que l'on aura observé ces angles et que l'on connoîtra les distances, on les écrira sur le brouillon aux endroits qui correspondent à ceux du terrain, et en allant des uns aux autres, on y figurera ces différentes parties du chemin avec ce que l'on y appercevra, tant d'un côté que de l'autre.

(107.) Si le long des bords de la rivière qui va de *Brienne* à *Cailly*, on fait pareillement des stations, à tous ses principaux points de détours, pour connoître la déclinaison de chacune de ses sinuosités par rapport à la droite et à la gauche de l'aiguille aimantée, et que l'on mesure en allant d'une station à l'autre, leur distance entre elles, on aura en même temps le croquis du cours de la rivière, ainsi que le détail de tout ce qui se trouve entre les lieux que l'on a parcourus; la figure représente le croquis.

Cette manière de lever avec la boussole, de compter et d'écrire le nombre de degrés compris entre la visière et le nord de son aiguille, est très-simple, il

faut seulement avoir attention de ne pas écrire d'un côté un angle qui se fait de l'autre; on n'y peut trouver que l'inconvénient de charger le croquis ou brouillon; mais en écrivant les degrés le long d'un chemin ou d'un rayon visuel, en ayant attention de faire précéder ce nombre de degrés de la lettre *d*, s'ils sont à droite, ou de la lettre *g*, s'ils sont à gauche de l'aiguille, et tirant des lignes très-fines, on évitera cet inconvénient.

Manière de lever le détail d'un pays, en supposant un nombre de degrés au-dessus de 180.

(108.) Pour expliquer cette autre manière de lever avec la boussole, on supposera qu'il s'agisse de commencer le détail d'un pays à la sortie de *Cailly*; ainsi étant au point *A* (*fig.* 36), on y établira la boussole, on dirigera la visière dans la direction du chemin *AL*: alors, si l'aiguille aimantée s'arrête vis-à-vis 291 degrés et demi, on les écrira le long du chemin *AL*, que l'on figure toujours sur le brouillon pendant que l'aiguille aimantée cherche son nord; ensuite on ira du point *A* au point *L*, en faisant mesurer cette distance, et si on la trouve de 920 mètres, on les écrira le long du chemin *AL* au-dessus ou au-dessous, à droite ou à gauche des degrés qui fixent sa situation.

Arrivé au point *L*, on arrangera la visière de la boussole dans l'alignement du chemin *LM*; si l'aiguille aimantée s'arrête à 307 degrés, on les écrira sur le brouillon le long de ce chemin; on placera la visière de la boussole dans la direction du bord *LH* du bois; dans ce cas, si l'aiguille reste immobile à 2 degrés et demi, on les écrira le long de la ligne qui représentera ce bord de bois; on dirigera ensuite la

visière de la boussole, selon le milieu du chemin *LP*; si l'aiguille est en repos à 260 degrés, on les écrira aussi sur le brouillon le long de ce chemin; enfin, si entre le point *L* et le point *M*, il y a 860 mètres, on les y écrira de manière qu'on ne les confonde pas avec les 307 degrés; on écrira pareillement 670 mètres pour la distance *LP*.

Parvenu au point *M*, on y établira la boussole, dirigeant son alidade selon la situation du chemin *MN*; si l'aiguille aimantée est tranquille à 299 degrés, on les écrira sur le brouillon le long de ce chemin *MN*; et si la distance *MN* est de 340 mètres, on les cotera aussi le long du même chemin.

S'étant rendu au point *N*, on placera l'alidade de la boussole dans la direction du bord du bois; alors, si l'aiguille ne varie plus vis-à-vis 24 degrés et demi, on les écrira le long de la ligne qui représentera ce bord de bois; on arrangera la visière sur le milieu du chemin *NK*; et si l'aiguille s'arrête à 317 degrés, on les cotera sur le brouillon le long de ce chemin. Si entre *N* et *K*, il y a 760 mètres, on les écrira de la même manière sur le brouillon.

Etant sur le point *K*, où aboutit aussi le chemin *KI*, on y posera la boussole, dont on dirigera d'abord l'alidade, selon la direction du chemin *KI*, supposé que l'aiguille donne 272 degrés et demi, on les écrira sur le brouillon le long de ce chemin; on dirigera son alidade sur le cours supérieur du ruisseau; si l'aiguille se fixe vis-à-vis 26 degrés, on les écrira le long de cette partie du ruisseau: on dirigera la visière selon la situation du chemin *KO*; si l'aiguille reste immobile à 302 degrés, on les cotera le long de ce chemin; on dirigera ensuite la visière de la boussole sur le

cours inférieur *KR* du ruisseau, si l'aiguille est en repos à 208 degrés, et qu'entre le pont *K* et l'entrée *O* d'*Ervée*, il y ait 670 mètres, on placera ces cotes à l'endroit qui leur conviennent sur le brouillon.

Arrivé à *Ervée*, on y prendra de la même manière la déclinaison des rues; on en fera mesurer la longueur, figurant en même temps ce qu'on y verra, tant d'un côté que de l'autre; enfin, on écrira sur le brouillon leur longueur et les degrés de leur déclinaison aux endroits où cela conviendra.

Supposons qu'allant du point *L* à *Boissy* en levant ce chemin, on ait trouvé par la station faite en *L*, et comme nous l'avons déjà dit, 260 degrés pour la déclinaison du chemin *LP*, et 670 mètres pour sa longueur:

Que par la station faite au point *P*, on ait trouvé 280 degrés pour la déclinaison du chemin *PQ*, 319 degrés pour la déclinaison d'un rayon envoyé sur le clocher d'*Ervée*, 259 degrés pour la déclinaison d'un rayon envoyé sur le clocher de *Boissy*, 103 degrés pour la déclinaison d'un rayon dans la direction du clocher de *Cailly*, 247 degrés pour la déclinaison d'un rayon dirigé sur le clocher de *Brienne;* enfin qu'on ait trouvé 700 mètres pour la distance du point *P* au point *Q:*

Que par la station faite au point *q* (où l'on doit marquer sur le brouillon, en y figurant le détail du pays, la naissance de la pente qu'on y voit), on ait trouvé 258 degrés pour la situation du chemin qui mène sur le pont *R*, et 620 mètres pour la distance de *q* à ce pont *R:*

Que par la station faite sur le pont *R* (où l'on doit encore marquer sur le brouillon, en y figurant le

détail du pays, le pont et la pente qui se voit au-delà), on ait trouvé 356 degrés pour la direction de la partie supérieure du ruisseau, 167 degrés pour la situation du cours inférieur du même ruisseau, 267 degrés pour la déclinaison du chemin *RS*; et enfin, 400 mètres pour la distance du pont *R* à l'entrée *S* du village de *Boissy*:

Que par la station faite au point *S*, on ait trouvé 158 degrés et demi pour la déclinaison d'une des rues de *Boissy*, 287 degrés et demi pour la situation de l'autre, et que l'on ait mesuré leur longueur;

On écrira à mesure qu'on opérera, ces différentes déclinaisons et ces distances sur le brouillon, comme elles le sont le long du chemin *AO* et du chemin *LS*.

Autre manière de lever le cours d'une rivière avec la boussole.

(109.) Si de la même maniere, on suit l'un et l'autre bord de la rivière qui coule de *Cailly* vers *Boissy*, pour y observer la déclinaison de chacune de ses sinuosités; que l'on prenne, avec soin, la distance d'un point de station à l'autre, et enfin qu'on écrive toutes ces choses à mesure sur le brouillon aux endroits convenables, on aura après cela le cours de cette partie de la rivière supposée entre *Cailly* et *Boissy*.

Cette manière de lever avec la boussole, de compter et d'écrire les degrés donnés par l'aiguille aimantée, et de coter les distances, ne charge pas un brouillon. Il est également aisé d'en faire le rapport sur le papier, ainsi qu'on le verra, après que nous aurons rapporté le brouillon levé, en suivant la première manière de faire usage de la boussole.

Remarque sur les cotes des brouillons.

(110.) Soit qu'on examine de quel côté de l'aiguille aimantée sont les déclinaisons des chemins, des rivières, des lisières de bois, des rayons visuels dirigés avec la boussole sur différens objets, etc.; soit que l'on compte d'une autre manière le nombre des degrés où s'arrête l'aiguille, ces quantités, et les distances entre les stations successives, écrites sur un brouillon, y causent souvent, ou de la confusion, ou de l'embarras : on remédie à cet inconvénient, en écrivant dans un certain ordre toutes ces quantités sur un registre, où, par des titres et par des lettres de renvoi, on indique à quelle partie du brouillon appartiennent ces déclinaisons et ces mesures.

EXEMPLE:

Supposons que l'on suive le chemin qui va de *Cailly* à *Brienne*, et que l'on établisse la boussole au point *A* (*fig.* 36), on écrit sur le registre 69 degrés, que l'on voit vis-à-vis l'aiguille aimantée, pour la déclinaison du chemin *AL*, située à droite de cette aiguille, 27 degrés et demi pour la déclinaison du chemin *AB* qui est à gauche de l'aiguille, 42 degrés pour le rayon visuel dirigé sur le clocher de *Brienne*, 140 degrés pour la direction du clocher de *Cailly*, qui, comme le précédent, est à l'occident de l'aiguille; enfin, vis-à-vis les nombres de degrés 69 et 27 et demi, on écrit dans l'alignement du premier 920 mètres, et dans l'alignement du second 400 mètres que l'on aura pour la longueur de la portion *AL*, et de la portion *AB* des chemins qui vont l'un à *Ervée* et l'autre à *Brienne*.

On ira ensuite aux points *B*, *C*, *D*, *E*, où l'on fera

la même chose, sans qu'il soit nécessaire de mettre des lettres de renvoi à chaque point de station, comme on l'a fait ici pour plus d'intelligence; on en mettra seulement à l'endroit d'où l'on partira, et à celui où l'on terminera un certain nombre de stations successives.

Manière de rapporter sur le papier les brouillons du détail d'un pays levé avec la boussole.

(111.) Il faut, avant toutes choses, tracer sur le papier la ligne du nord de l'aiguille aimantée. Pour que l'on ne soit pas embarrassé à cet égard, voici comment on l'observe sur le terrain, et comment on la rapporte sur le papier.

Manière d'observer la direction de l'aiguille aimantée, et de la tracer sur le papier.

(112.) Lorsqu'on est sur le terrain, on met l'alidade de la boussole dans l'alignement de deux des objets dont la position a été déterminée, en suivant ce qui est dit ci-dessus; là, on voit combien il y a de degrés entre l'aiguille aimantée et cet alignement.

Sur le papier, on fait un pareil angle, et du même côté avec l'alignement correspondant à celui du terrain, et on y a la ligne du nord de l'aiguille aimantée, dont on distingue le bout qui répond au septentrion d'avec celui qui répond au midi.

Comment on rapporte les brouillons où l'on a distingué de quel côté de l'aiguille aimantée s'est trouvée la déclinaison.

(113.) En supposant que la *figure* 36 représente le pays dont il s'agissoit de lever le détail, qu'elle est en même

même temps le brouillon qu'on en a fait, et que l'on veut rapporter sur le papier, où, d'après des distances déterminées, comme on l'a enseigné dans la première partie, on a placé *Cailly*, *Brienne*, *Ervée* et *Boissy*.

La ligne du nord de l'aiguille étant tracée sur le papier (*fig.* 37), on lui menera une parallèle par le point du clocher de *Cailly*, et une autre par le point du clocher de *Brienne;* cela fait, on posera le centre du rapporteur sur le point du clocher de *Cailly*, et son diamètre sur la ligne du nord de l'aiguille passant par ce lieu; on mettra un petit trait fin vis-à-vis 140 degrés comptés à gauche, parce qu'ils sont écrits de ce côté-là, au point *A* sur le brouillon, pour la déclinaison du rayon qui a été envoyé de ce point *A* sur le clocher de *Cailly:* par ce trait, et par le lieu de ce clocher, on tirera légèrement une ligne, dont le prolongement contiendra nécessairement le point *a* correspondant au point *A* pris sur le terrain.

On posera le diamètre du rapporteur sur la ligne du nord de l'aiguille passant par le clocher de *Brienne*, et son centre sur ce point; on mettra un petit trait vis-à-vis 42 degrés comptés à gauche, comme ils sont écrits sur le brouillon au point *A* pour la déclinaison du rayon, qui de-là a été dirigé sur ce clocher; par ce trait, et par le point de *Brienne*, on tirera une ligne fine du côté de *A*, qui contiendra aussi son correspondant, et, où cette ligne rencontrera la précédente, on aura sur le papier le point *a* qui représentera celui *A* du terrain.

Par le point *a* qu'on vient de placer sur la minute, on mènera une parallèle à la direction de l'aiguille aimantée; on posera le diamètre du rapporteur sur

cette ligne, et son centre à ce point *a*; et comme on voit sur le brouillon que le chemin *AB* fait avec la gauche du nord de l'aiguille, un angle de 27 dégrés et demi, on mettra un petit trait vis-à-vis ce nombre de degrés pris du même côté sur le limbe du rapporteur; par le point *a*, et par ce trait, on mènera une ligne vers *B*, on y portera 400 mètres de l'échelle de la carte, comme elles sont cotées sur le brouillon, et on aura sur la minute le point *b* qui correspondra au point *B* du terrain; alors, entre le point *a* et le point *b*, on figurera le chemin *AB*, et tout ce qu'on y aura vu en le suivant.

Le point *B* établi, on y fera passer une ligne du nord de l'aiguille; on accordera à ce point le centre du rapporteur et son diamètre avec cette ligne; et, puisque, selon le brouillon, le chemin *BC* fait avec la gauche de l'aiguille un angle de 16 degrés, on les comptera du même côté sur le rapporteur; par le petit trait, placé à cet endroit et par le point *b*, on tracera une ligne du côté de *C*, à laquelle on donnera 560 mètres pris sur l'échelle, et que l'on voit cotés sur le brouillon; ce qui donnera sur la minute du détail le point *c*, qui répondra au point *C* du terrain; ensorte qu'entre *b* et *c*, on pourra figurer le chemin *BC*, et tout ce qu'on aura mis sur le brouillon en allant de *B* à *C*.

Par le point *c*, on fera passer une parallèle à la ligne du nord de l'aiguille, sur laquelle on accordera le diamètre du rapporteur et son centre avec ce point; on mettra un petit trait vis-à-vis 49 degrés et demi, comptés à gauche, comme ils sont écrits sur le brouillon; par le point *C* et par ce trait, et du côté de *D*, on tirera une ligne que l'on fera de 320 mètres, et on

aura le point *d*, ensorte qu'on pourra figurer le chemin *CD*, avec tout ce qu'on aura remarqué en allant de *C* en *D*.

Par le point *d*, on mènera une parallèle à la direction de l'aiguille aimantée, sur laquelle on accordera le diamètre du rapporteur, de manière que son centre convienne avec le point *d*; on mettra un petit trait vis-à-vis 42 degrés comptés à droite, comme cela est indiqué sur le brouillon; par *d* et par ce petit trait, on aura la situation de la partie supérieure du ruisseau. On mettra un trait à 88 degrés comptés à gauche, et dans l'alignement du point *d* à ce trait, on aura le cours inférieur de ce ruisseau; enfin, on mettra un autre petit trait vis-à-vis 57 degrés comptés aussi à gauche; par le point *d* et par ce trait, on tirera une ligne que l'on fera de 660 mètres, et on aura l'entrée *e* de *Brienne*. Au point *d*, on figurera le pont que l'on voit sur le brouillon; on figurera pareillement sur la minute, le cours haut et bas du ruisseau avec les pentes entre lesquelles il coule; on y figurera enfin le chemin *DE*, et tout ce qu'on aura remarqué sur le terrain, en allant du pont *D* à *Brienne*.

Par le point *e*, qu'on vient d'établir, on fera passer une ligne parallèle à celle du nord de l'aiguille; on y ajustera le diamètre du rapporteur, dont le centre sera au point *e*, comme on le voit sur le brouillon; on mettra un petit trait à gauche, vis-à-vis 68 degrés, afin d'avoir la situation de la rue de *Brienne*, que l'on fera de la longueur dont elle sera cotée; on en figurera les maisons, et généralement tout ce que contiendra le brouillon de ce lieu.

Pour rapporter sur la minute le chemin *CFGIK*, on se conduira comme nous venons de l'enseigner;

mais pour réussir, il s'agit seulement de ne se pas tromper en lisant le brouillon; nous supposerons donc qu'on a fait tout ce qui est indiqué, et qu'on a le chemin *cfgik*, qui représente celui qu'on a levé sur le terrain.

On va voir comment on vérifie et on redresse un détail, quand on y voit des erreurs, en les rapportant sur le papier.

Comment se fait la vérification et la correction d'un détail.

(114.) La vérification d'un détail de pays, que l'on rapporte sur le papier, ne peut se faire qu'aux points de station, où l'on a des rayons dirigés sur des objets dont la position a été déterminée par les distances calculées: c'est sur ces objets que l'on peut vraiment compter pour découvrir s'il ne s'est pas glissé d'erreurs en levant le détail, ou en le rapportant; ainsi ce doit donc être aux points *G* (*fig.* 36) et *g* (*fig.* 37), d'où l'on a vu *Boissy*, *Cailly* et *Brienne* qu'il convient d'examiner si le travail est exact.

Pour cela, on posera le centre du rapporteur sur le point *g*, et son diamètre le long de la ligne du nord de l'aiguille aimantée; 1.° on mettra un petit trait vis-à-vis 119 degrés comptés à droite, et la ligne que l'on fera passer par ce trait et par le point *g*, doit contenir le point du clocher de *Boissy*; 2.° on mettra un petit trait vis-à-vis 149 degrés comptés à gauche: la ligne qui y passera en partant du point *g*, doit contenir le clocher de *Cailly*; 3.° on mettra un petit trait vis-à-vis 85 degrés, comptés aussi à gauche: la ligne qui passera par *g* et par ce trait, doit également contenir le clocher de *Brienne*; car c'est ce que l'on voit

écrit sur le brouillon; et s'il en est ainsi, le détail est exact jusqu'au point *G* ou *g*.

Imaginons qu'il en est autrement, c'est-à-dire, que les lignes menées du point *g*, par ces traits, ne passent pas par les clochers sur lesquels elles ont été dirigées, et que la position de ces clochers est de côté à l'égard de ces rayons visuels. Dans ce cas, il faut rectifier le détail : voici comme cela se fait. On tirera d'abord par chacun de ces clochers une parallèle à la ligne du nord de l'aiguille aimantée, ensuite on posera le rapporteur au point du clocher de *Boissy*; par ce point et par un trait mis vis-à-vis 119 degrés, comptés à droite, on tirera une ligne du côté de *G'* qui contiendra incontestablement son correspondant *g*.

Ensuite on arrangera le rapporteur au point du clocher de *Cailly*; par ce point et par un trait placé vis-à-vis 149 degrés, comptés à gauche, on mènera une ligne du côté de *G*, qui contiendra pareillement son correspondant *g*.

Après, on accordera le rapporteur au point du clocher de *Brienne*; par ce point et par un trait posé vis-à-vis 85 degrés, comptés à gauche, on mènera aussi une ligne du côté de *G*, qui contiendra nécessairement son correspondant *g*; et ce point sera au concours de ces trois lignes, ce qui est évident.

Le point *g* étant ainsi exactement placé sur la minute du détail, on en continuera le rapport, comme on l'a fait voir, et on aura la minute entière du brouillon fait sur le terrain, entre *A* et *E* et entre *C* et *K*.

C'est ainsi que l'on rapporte les brouillons, où

l'on a examiné de quel côté de l'aiguille s'est trouvé situé l'alignement.

Voici encore une manière de rapporter ces sortes de brouillons.

Autre manière de rapporter les brouillons, où l'on a examiné de quel côté de l'aiguille aimantée se sont faits les angles.

(115.) Pour donner une idée de la méthode que nous proposons, nous rapporterons le cours de la rivière qui va de *Brienne* à *Cailly*, d'après les stations et les distances que nous avons mesurées, et telles qu'elles sont cotées sur le brouillon (*fig.* 36).

1.° Il faut placer sur la minute le pont *t* qui représentera celui *T* du terrain; pour cela, on voit au pont *T* du brouillon, 44 degrés à droite pour la déclinaison du rayon envoyé sur le clocher de *Cailly*, et 34 degrés à gauche pour la déclinaison du rayon visuel dirigé sur le clocher de *Brienne;* on pourra donc établir le pont *t*, comme on a établi le point *a;*

2.° Il faut numéroter les opérations dans l'ordre successif où on les a faites, et de la même manière les distances qui sont entre elles; mais de façon qu'on ne puisse prendre les numéros que pour ce qu'ils sont, ainsi qu'on le voit sur le brouillon du cours de la rivière qu'il s'agit de rapporter sur la minute: cela fait, il faut;

3.° Ajuster le rapporteur au point *t*, et alors mettre un petit trait vis-à-vis 32 degrés comptés à gauche, et le coter du numéro (2) affecté à cette ouverture d'angle; mettre un petit trait vis-à-vis 93 degrés pris pareillement à gauche, et lui donner le numéro (3)

attribué à cette seconde opération; mettre un petit trait vis-à-vis 23 degrés comptés à droite, et lui donner le numéro (4), qui désigne cette troisième station; mettre de même un petit trait à 60 degrés pris à gauche, et le coter, ainsi que cette quatrième opération, du numéro (5); mettre un petit trait à 36 degrés comptés aussi à gauche, et le marquer du numéro (6) porté à cette cinquième station; et enfin continuer de la sorte, jusqu'à ce qu'on ait compris dans cette seule opération, une certaine quantité des opérations faites sur le terrain, afin de poser le rapporteur moins souvent sur le papier.

Par le point *t* et par le trait numéroté (2), on tirera une ligne que l'on fera depuis *t* de 580 mètres, et on aura le point *v* qui correspondra au point *V* du terrain.

Par le point *v*, on tirera une ligne parallèle à celle qui passeroit par le point *t* et par le trait numéroté (3); depuis *v*, on y portera 410 mètres, et on aura le point *x* qui correspondra au point *X* du terrain.

Par le point *x*, on tirera une ligne parallèle à celle qui passeroit par le point *t* et par le trait numéroté (4); depuis *x*, on y portera 520 mètres, et l'on aura le point *y* correspondant au point *Y* du terrain.

Par le point *y*, on tirera une parallèle à la ligne qui passeroit par le point *t* et par le trait numéroté (5); on y portera depuis *y*, 340 mètres, et on aura le point *z* correspondant au point *Z* du terrain.

Par le point *z*, on tirera une parallèle à la ligne qui passeroit par le point *t* et par le trait coté (6); depuis *z*, on y portera 350 mètres, et l'on aura le point & qui répondra au point & du terrain.

Cela fait, on figurera de *t* en *u*, de *u* en *x*, de *x*

en y, de y en z, et de z en &, le cours de la rivière; tel qu'il est entre les points correspondans T, V, X, Y, Z, &, du terrain ou du brouillon, et l'on aura enfin la minute de tout ce qui a été levé, en faisant usage de la boussole, selon la méthode expliquée précédemment.

De cette manière, on peut sur un papier à part rapporter différentes parties d'un brouillon, comme le suppose la figure, et ensuite les piquer sur la minute du travail.

Comment on rapporte les brouillons levés avec la Boussole, en comptant tous les degrés compris entre la droite d'un alignement, et la gauche de l'aiguille aimantée.

(116.) Par les opérations supposées faites sur le terrain, nous avons non-seulement la longueur de chaque partie des chemins *ALMNKO*, *LPQRS*, mais encore leur déclinaison par le nombre de degrés où l'aiguille aimantée s'est arrêtée, tandis que la visière de la boussole étoit dans leur direction; on sait que ces degrés et la distance qui y répond sont écrits l'un sous l'autre sur le brouillon, et de manière à ne s'y pas tromper.

Pour rapporter ce brouillon, d'après les cotes qu'on y voit, on posera le rapporteur au point a qui correspond à celui A du terrain; on tournera cet instrument sur son centre, jusqu'à ce que le nombre 291 degrés $\frac{1}{2}$ se trouve confondu avec la ligne du nord de l'aiguille aimantée, alors le diamètre du rapporteur sera situé comme l'étoit l'alidade de la boussole; ainsi en menant une ligne le long du diamètre du rapporteur, prolongée, s'il le faut, du côté de L, on aura in-

contestablement sur la minute la situation du chemin *AL*; du point *a*, on portera sur cette ligne 920 mètres, comme il est écrit sur le brouillon, et l'on aura le point *l* qui correspondra au point *L*; de sorte qu'on pourra figurer le chemin, et tout ce qui est sur le brouillon entre *A* et *L*.

On posera le centre du rapporteur au point *l*, de manière que 2 degrés et demi qu'on voit sur le brouillon, répondent à la ligne du nord de l'aiguille; cela étant, on tirera une ligne le long de son diamètre, du côté de *H*, et on aura sur la minute le bord *lh* du bois. Le centre du rapporteur restant en *l*, on tournera cet instrument, jusqu'à ce que 307 degrés soient d'accord avec la ligne du nord de l'aiguille; alors le long du diamètre du rapporteur, et du côté de *M*, on tirera une ligne que l'on fera de 860 mètres, ainsi que tout cela est indiqué sur le brouillon; et, entre les points *l*, *m*, on figurera tout ce qu'on voit entre *L*, *M* qu'ils représentent. Le centre du rapporteur restant encore au point *l*, et le nombre 260 degrés répondant à la ligne du nord de l'aiguille, le long de son diamètre, et du côté *P*, on tirera une ligne où l'on portera 670 mètres, et on aura le point *p*. Par conséquent, on sera en état de figurer sur la minute le chemin *LP*, avec tout ce que l'on voit sur le brouillon le long de ce chemin.

Nous en avons dit assez pour que l'on puisse rapporter de la même manière le reste du brouillon supposé; ainsi, nous imaginerons que les points *m*, *n*, *k*, *o*, et les points, *p*, *q*, *r*, *s*, ont été de cette manière établis sur la minute.

Les opérations que l'on vient de rapporter et celles qui le seront de même, sont entièrement conformes

à ce qui a été fait sur le terrain, puisque, comme on l'a dit, le diamètre du rapporteur peut être regardé ou pris pour la visière de la boussole, et qu'on lui fait faire avec la ligne du nord de l'aiguille (que l'on peut aussi prendre pour cette aiguille) l'ouverture remarqué sur le terrain.

(117.) Quand on rapporte un brouillon de cette manière, on est obligé de faire passer une ligne du nord de l'aiguille, par tous les points de station, et d'y accorder le rapporteur selon les degrés qui déterminent les différentes déclinaisons des rayons visuels. Tout cela exige un temps assez considérable; mais, par la méthode qui suit, il suffit d'établir le rapporteur à quelque points de la station, pour rapporter les opérations qu'on a faites sur le terrain à beaucoup d'autres: nous l'emploierons pour avoir sur la minute le chemin *LPQRS*.

Méthode pour rapporter à la fois plusieurs opérations faites et marquées sur le brouillon du détail d'un pays levé avec la Boussole, en comptant tous les degrés compris entre la droite du rayon et la gauche de l'aiguille aimantée.

(118.) Pour faire usage de cette méthode, il faut avoir un rapporteur, dont les nombres de dix en dix soient marqués dans un sens contraire à celui où sont écrits ces mêmes nombres sur le cercle de la boussole; on fait convenir le diamètre de ce rapporteur avec la ligne du nord de l'aiguille, avec cette seule attention, que le nombre 360 degrés doit être mis au midi de cette ligne: le rapporteur étant posé de la sorte, c'est toujours de l'extrémité inférieure de son diamètre, ou de 360 degrés, situés à l'opposition du nord, qu'il faut

compter sur son limbe, et sur le cercle gradué à rebours de celui de la boussole, les degrés de déclinaison qu'on verra écrits sur le brouillon; on comprend sans peine que cela ne peut apporter aucun changement, puisqu'en comptant les degrés de cette façon, on fait les angles opposés égaux.

Afin que l'on puisse bien concevoir cette méthode, faisons en usage, en rapportant le chemin qui va du point *L* à *Boissy* (*fig.* 36).

Pour cela il faut, 1.° numéroter tous les rayons visuels dans l'ordre où l'on a successivement observé leur déclinaison, mais de façon qu'on ne puisse s'y méprendre, et comme on le voit sur le brouillon entre le point *L* et *Boissy*;

2.° Il faut accorder le centre du rapporteur avec le point *l* (*fig.* 37), et son diamètre avec la ligne du nord de l'aiguille, ayant attention de mettre le nombre 360 degrés au midi et le tenir immobile dans cette situation;

3.° Il faut mettre un petit trait vis-à-vis 260 degrés, et lui donner le numéro (1), qui désigne cette première déclinaison; mettre un petit trait vis-à-vis 247 degrés, et le coter (2), affecté à cette déclinaison; mettre un petit trait vis-à-vis 319 degrés, et le coter du numéro (3), ainsi que cette déclinaison; enfin, on mettra un trait à 259 degrés, un autre à 103 degrés, un à 280 degrés, un à 258 degrés, un à 356 degrés, un à 167 degrés, un à 267 degrés, un à 158 degrés et demi, un à 287 degrés et demi, et les coter à mesure des numéros 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, qui auront été affectés à ces déclinaisons;

4.° Après cela, par le point *l* et par le trait numéroté (1), on tirera une ligne du côté de *P*, que l'on

fera de 670 mètres, et on aura son correspondant *p*.

Par le point *p*, on tirera du côté convenable une ligne parallèle à celle qui passeroit par le point *l* et par le trait coté (2), et sur cette ligne doit se trouver le clocher de *Brienne*.

Par le point *p*, on tirera du côté qui convient une ligne parallèle à celle qui passeroit par le point *l* et par le trait coté (3), et sur cette ligne doit se trouver le clocher d'*Ervée*.

Par le point *p*, et parallèlement à la ligne qui passeroit par le point *l* et par le trait coté (4), on tirera une ligne qui doit contenir le clocher de *Boissy*.

Par le point *p*, et parallèlement à *l* coté (5), on tirera une ligne qui doit passer par le clocher de *Cailly*. Il faut que chacune de ces lignes contienne le lieu sur lequel elle a été dirigée; alors on ne peut douter que ce point *p* est exactement établi sur la minute : s'il arrive que ces rayons visuels ne passent pas par les points déterminés sur le papier, on corrigera ce défaut, comme on l'a enseigné ci-devant.

Par le point *p* encore, on tirera une ligne parallèle à celle qui passeroit par *l* et par le trait coté (6), on lui donnera 700 mètres de longueur, et on aura le point *q*.

Par le point *q*, on mènera une ligne parallèle à celle qui passeroit par *l* et par le trait numéroté (7); on y portera depuis *q*, 620 mètres pour avoir la position du point *r*.

Par le point *r*, on mènera une ligne parallèle à celle qui passeroit par *l* et par le trait coté (8); suivant cette ligne, on aura le cours supérieur du ruisseau.

Par le point *r* aussi, on mènera une parallèle à la

ligne qui passeroit par *l* et par le trait numéroté (9); suivant cette parallèle, on aura le cours inférieur du même ruisseau.

Par le point *r*, on mènera encore, toujours du côté convenable, une parallèle à la ligne qui passeroit par *l* et par le trait coté (10); depuis *r*, on y portera 400 mètres, et on aura le point *s* qui correspondra au point *S* du terrain.

Par le point *s*, on mènera une parallèle à la ligne qui passeroit par *l* et par le trait coté (11); on mènera aussi une parallèle à la ligne qui passeroit par *l* et par le trait numéroté (12); et on aura la situation des rues de *Boissy*, qui correspondent à ces déclinaisons.

Enfin, on continueroit de la sorte, si on avoit compris dans cette seule opération un plus grand nombre de celles qu'on auroit faites sur le terrain.

Cela étant fait, entre *l* et *p*, entre *p* et *q*, entre *q* et *r*, entre *r* et *s*, on figurera ce qui est sur le brouillon entre les points auxquels ceux-ci répondent; par conséquent on aura sur la minute le chemin *LS*, le pont *R*, le cours supérieur et inférieur du ruisseau qui passe sous ce pont, les pentes entre lesquelles il coule; enfin, selon la direction de chacunes des rues de *Boissy*, et entre les points qui en détermineront la longueur, on figurera les maisons, les murs, les haies et tous les autres objets qui composeront ce lieu : après cela, on aura la minute du pays supposé, dont le détail aura été levé avec la boussole de l'une et de l'autre manière expliquée.

Comment on rapporte les opérations de la Boussole, à mesure que l'on s'en sert sur le terrain.

(119.) Lorsque l'on attend à rapporter dans le cabinet ce que l'on a fait sur le terrain avec la boussole, on s'expose à y découvrir, et toujours trop tard, que l'on s'est trompé dans l'ouverture des angles ou dans les longueurs; et il est plus sûr d'exécuter à mesure sur le papier la même opération que l'on vient de faire avec la boussole. Pour cet effet, on porte avec soi un morceau de carton, sur lequel on pose un papier couvert de lignes droites, parallèles, et à distances égales les unes des autres; on se sert de ces lignes qui représentent la direction de l'aiguille aimantée, pour faire le rapport de chaque opération: comme ces parallèles sont tirées à volonté, et qu'il est très-rare qu'elles passent par les points de station, on s'en sert comme si elles y passaient; on met le centre du rapporteur sur le point de station; on fixe son diamètre parallèlement à la méridienne magnétique la plus prochaine, en comprenant de part et d'autre de cette ligne le même nombre de degrés, comptés sur le limbe du rapporteur: cet instrument, ainsi placé sur le papier, on met un petit trait vis-à-vis le nombre de degrés qu'indique l'aiguille aimantée; par le point de station et par ce trait, on tire une ligne; on a alors la direction, ou d'un chemin, ou d'une rivière, ou d'un canal, ou, etc. C'est ainsi que l'on rapporte et que l'on figure à mesure sur le terrain, ce que l'on lève avec la boussole, de manière que si on se trompe, on est sur les lieux pour s'en appercevoir, et pour se corriger.

Avertissement sur la levée du détail d'une Carte.

(120.) Ceux qui lèvent le détail d'un pays, sans avoir une connoissance suffisante de la trigonométrie théorique et pratique, se persuadent qu'ils ne doivent point trouver de différence entre les points de leur travail et les points du canevas : l'attention et la précision qu'ils ont à suivre le détail, leur fait communément penser que leurs opérations décident immuablement les principaux lieux du pays ; si cela étoit, se donneroit-on le soin d'observer des ouvertures d'angles, où l'on a souvent égard aux secondes, et de chercher, par le calcul, les distances entre les objets, sans négliger des parties de mètres? L'expérience fait voir qu'avec l'attention la plus scrupuleuse, on éprouve souvent qu'en mesurant les chemins qui aboutissent à trois endroits placés en triangles, on ne se ferme pas bien exactement; c'est-à-dire, que partant d'un lieu, et y revenant par de grands détours, on ne trouve point sur le papier ce lieu sur lui-même. De-là, l'expérience apprend encore que plus on a d'espaces triangulaires à joindre les uns aux autres, plus le raccordement est difficile, et qu'on ne le fait pas sans s'écarter de l'exactitude. Pour se convaincre encore d'avantage que les principaux endroits d'une carte, statués par le détail, ne sont point à préférer à ceux que l'on établit géométriquement, on doit considérer, 1.° qu'outre des coudes et des détours de chemins, on trouve fréquemment des montées et descentes peu favorables; 2.° que les mesures dont on fait usage, et le mesurage surtout, ont leurs petites erreurs qui se multiplient plus ou moins entre deux objets à certaine distance; 3.° que plus on est obligé de faire d'opéra-

tions, et de se détourner sur un terrain inégal, en allant d'un endroit à un autre, plus aussi on est exposé à se désorienter insensiblement, et sans s'en appercevoir, soit en opérant, soit en mesurant. De tout ce que l'on vient de dire, il faut nécessairement conclure :

Que le détail d'un pays doit se lever ou s'assujettir à des points fondamentaux déterminés géométriquement, 1.° pour avoir des distances précises; 2.° pour corriger le détail, s'il donne des longueurs plus ou moins grandes que celles qui résulteront de l'usage de la trigonométrie; 3.° pour redresser le détail, lorsque les directions des rivières, des chemins, des avenues, etc., différeront de la situation qu'en donnent les points du canevas.

Différentes sortes de Boussoles en usage dans la navigation (1).

(121.) Il y a deux espèces de boussoles nécessaires dans la navigation; elles sont connues sous les noms *de compas de route* et *de compas de variation.* La première sert à déterminer la direction de la route d'un vaisseau, et l'autre à indiquer le gisement des objets, et particulièrement à observer la variation; c'est de ce dernier usage qu'elle a tiré son nom.

La partie essentielle de ces instrumens, est l'aiguille aimanté; elle doit être d'un acier bien homogène, et avoir la forme d'un petit barreau. Quelques-uns terminent ses extrémités en les arrondissant, d'autres les font toutes quarrées; les anglais paroissent avoir généralement adopté cette dernière forme, c'est celle que

(1) Extrait du Guide du Navigateur.

l'on

l'on a toujours suivie dans toutes les boussoles marines que l'on a fait construire; on doit prendre garde que l'aiguille soit limée bien quarrément sur toutes ses faces; il faut la bien polir, ou au moins la bien adoucir, afin qu'elle soit moins susceptible de se rouiller, qu'elle devienne plus magnétique, et conserve plus long-temps cette propriété.

Pour aimanter une aiguille, on peut se servir d'une pierre d'aimant bien armée, ou d'aimans artificiels; les barreaux magnétiques sont préférables à tous autres. Voici comme on en fait ordinairement usage; il faut d'abord poser l'aiguille à-peu-près dans la direction du méridien magnétique (la partie du nord de l'aiguille doit être aimantée avec la partie du sud d'un des barreaux, et la partie du sud de l'aiguille avec la partie du nord de l'autre barreau); poser ensuite l'extrémité sud d'un des barreaux vers le milieu de l'aiguille, et l'extrémité nord de l'autre, à côté, mais en allant vers l'extrémité sud de l'aiguille. On tiendra les extrémités supérieures écartées l'une de l'autre, de manière que les deux barreaux fassent un angle aigu avec l'aiguille. Dans cette situation, on les appuiera fortement contre l'aiguille, en les faisant glisser, l'un vers la partie du nord, et l'autre vers la partie du sud. Rendu aux extrémités, on recommencera l'opération, en remettant chaque barre comme au commencement, observant de ne jamais frotter l'aiguille en sens contraire. Ayant répété la même chose dix ou douze fois sur chaque face de l'aiguille, elle sera ordinairement assez magnétique. On aimante également bien en faisant glisser en même temps les deux pôles des barreaux, dans toute la longueur de l'aiguille, en allant et venant sans cesser de frotter.

Ceci a été reconnu par beaucoup de physiciens. Comme il y a de l'acier qui prend cette propriété beaucoup plus promptement que d'autre, on croit nécessaire d'avoir une aiguille de comparaison.

M. Lévêque, auteur de l'ouvrage cité, prescrit qu'ayant un grand nombre de boussoles à faire sur les mêmes dimensions, on en fasse toutes les aiguilles d'une même pesanteur, et qu'on les finisse toutes également bien. Ceci fait, on en choisiroit une qu'on aimanteroit le plus fortement possible, et on s'assureroit qu'elle auroit acquis tout le magnétisme dont elle est susceptible, en lui faisant enlever successivement différens poids; car il est probable que, toutes choses d'ailleurs égales, plus une aiguille enlevera de poids, plus elle aura de force pour se diriger et se maintenir dans la direction du méridien magnétique. Toutes les expériences concourrent à prouver que cette seconde propriété est une suite de la première, et semble devoir lui être proportionnelle quant à son intensité. On aimanteroit ensuite toutes les autres, de manière à leur faire enlever le même poids, ou à peu près. On ne doit pas chercher une précision rigoureuse, qui n'est pas d'ailleurs nécessaire. Quand on a rendu une aiguille au point d'enlever le poids qui doit servir de mesure à son magnétisme, il faut la retoucher de nouveau; car cette expérience lui fait perdre considérablement de sa force. M. Lévêque a presque toujours reconnu que lorsque deux aiguilles avoient été soumises à cette épreuve, si l'une avoit moins de vivacité que l'autre, cela venoit d'une différence dans le poids des roses, dans le poli et dans la dureté des chapes, et très-souvent de la manière dont les pivots étoient terminés; il les a toujours

rendues sensiblement égales en vivacité, en attaquant ces différens défauts. Il y a d'autres moyens pour s'assurer de la force magnétique des aiguilles; mais ils sont très-délicats, et on ne peut guères se flatter de les voir pratiquer communément dans la construction des boussoles.

Il n'y a jamais d'inconvénient à aimanter fortement les aiguilles des boussoles; plus elles seront magnétiques, mieux elles se tiendront dans leur vraie direction, et plus il sera difficile de les en écarter, à moins que ce ne soit par l'approche de quelques corps ferrugineux, ou qui soient eux-mêmes magnétiques. L'usage de mettre deux compas dans un même habitacle, est, par cette raison, très-condamnable; cette espèce d'armoire est communément trop étroite, les aiguilles y sont toujours dans la sphère d'activité l'une de l'autre, et par conséquent dans le cas de se déranger mutuellement. M. d'Après de Mannevillette a reconnu, par diverses expériences, qui ont d'ailleurs été répétées par l'Académie de marine, que la sphère d'activité d'une aiguille bien aimantée, s'étend jusqu'à douze pieds. Il seroit à désirer qu'on introduisît l'usage d'avoir deux compas dans deux habitacles séparés; l'un serait pour l'officier de quart, et l'autre pour la timonerie : par-là l'officier seroit toujours sûr de sa route, sans être obligé de la demander continuellement, au risque souvent d'être trompé par les timoniers; l'estime en seroit bien plus exacte, et la manœuvre se feroit avec beaucoup plus de précision.

Les navigateurs devroient se munir de barreaux magnétiques, principalement lorsqu'ils entreprennent des voyages de long cours, afin de rendre aux aiguilles

de leur compas le magnétisme qu'elles peuvent perdre par différentes causes.

Lorsqu'une aiguille a été limée de manière qu'étant montée, elle soit parfaitement en équilibre après être aimantée, elle perd son équilibre en s'inclinant vers le pôle voisin; c'est-à-dire, qu'elle s'incline vers le nord, si on est dans la partie du nord, et vers le sud, dans le cas contraire. Cette propriété, qu'on appelle l'*inclinaison de l'aiguille aimantée*, est plus ou moins grande, selon la latitude et la longitude des lieux. Il importe beaucoup, pour la théorie du magnétisme, qu'on ait de bonnes observations de cette inclinaison dans tous les climats du globe; aussi les grands navigateurs ne manquent-ils aucune occasion de les multiplier; mais cette considération n'est d'aucune utilité pour les opérations actuelles du pilotage. On rétablit l'équilibre, en chargeant la rose, du côté opposé, d'un peu de cire d'Espagne, ou bien on met du côté du sud de l'aiguille un petit curseur en cuivre, qu'on arrête au point nécessaire pour l'équilibre.

Une autre propriété commune à toutes sortes d'aiguilles magnétiques, soit qu'elles soient touchées avec le même ou avec différens aimans, est la déclinaison appelée par les marins, *variation de la boussole*. C'est la quantité dont il s'en faut que le nord du compas ne réponde exactement au nord du monde; ou autrement, c'est l'angle que la direction de l'aiguille aimantée fait avec le méridien du lieu.

L'aiguille peut s'écarter de la vraie direction nord et sud, de deux manières : lorsqu'elle en est écartée vers l'orient, c'est-à-dire, lorsque le nord du compas répond entre le vrai nord et est, la variation est dite *orientale* ou *nord-est*. Lorsque l'aiguille varie

du côté de l'occident, la variation est dite *occidentale* ou *nord-ouest*.

La variation est la même dans le même lieu et dans le même temps; mais elle est différente dans le même lieu en différens temps; elle n'est pas non plus la même dans le même temps en différens lieux. Il y a des endroits où le changement annuel est très-sensible, il y en a d'autres où elle est presque demeurée la même depuis environ un siècle.

Ceci doit arriver, et arrive en effet, lorsque les boussoles sont bien construites; cependant on remarque assez souvent que deux boussoles auxquelles on a donné tous ses soins, n'indiquent pas exactement la même direction, sans qu'on soit en état de connoître la cause de cette différence. Une autre singularité qui a été remarquée par M. Blondeau, c'est qu'une même aiguille donne souvent des directions différentes, selon qu'on la pose sur l'une ou l'autre face. Il en a trouvé qui donnoient jusqu'à deux degrés de différence. Il est bon de prévenir tous ces inconvéniens, et de faire ensorte que les boussoles n'en soient pas affectées. Voici le moyen qu'on doit employer pour cela; il faut faire ensorte de trouver une aiguille qui donne la même direction sur les deux faces, la monter avec soin pour en faire une boussole de comparaison. Ayant à monter une autre aiguille, il faut, avant de l'arrêter fixement sous la rose, relever un objet éloigné dans l'horizon, avec la boussole de comparaison, ensuite relever le même objet avec celle que l'on construit actuellement, et fixer l'aiguille de manière qu'elle indique le même degré que sur la boussole de comparaison. Si l'on se donne la peine de déterminer, par de bonnes observations

astronomiques, le véritable azimuth du point qu'on a relevé, cela fournira un moyen d'avoir à tout moment la variation de la boussole.

La rose des vents doit être collée sur une feuille de talc; par ce moyen, elle ne sera pas sujette à se voiler, ce qui est très-important. On applique ordinairement sur le bord de la rose des compas de variation, un cercle mince d'argent ou de cuivre, de trois ou quatre lignes de largeur, et parfaitement divisé en degrés et demi-degrés, ou même en quart de degrés, suivant les dimensions de la rose. Alors le talc devient inutile, parce qu'il importe peu que la rose se voile, la partie qui contient les divisions, qui est seule essentielle dans ces compas, ne pouvant plus souffrir cette altération; d'ailleurs, la rose deviendroit trop pesante, ce qui émousseroit le pivot, et pourroit altérer le fond de la chape.

La chape (ou chapelle) doit être d'agathe, de l'espèce la plus dure et la plus homogène; elle doit être montée en cuivre ou en argent, et se visser sur l'aiguille, de manière que son fond soit un peu au-dessus de la surface supérieure de la rose, afin de lui donner plus de stabilité, ce qui est très-essentiel.

La boîte qui doit contenir la rose, peut être ronde ou quarrée; la figure ronde est la plus en usage, et nous paroît d'ailleurs préférable; elle doit être en cuivre rouge, communément appele *rosette*, et un peu profonde.

On préfère le cuivre rouge, parce qu'on a souvent observé que le jaune, appelé *laiton*, étoit attirable à l'aimant. Les Anglois emploient un métal composé, qui a la couleur de l'or, lequel est beaucoup plus

facile à travailler que la rosette pure, et n'a pas les inconvéniens du cuivre jaune.

Au fond de cette boîte et en dehors, il doit y avoir un poids de plomb, pour lui servir de lest, et la rappeler à la situation horizontale, lorsqu'elle en a été écartée par quelque secousse ou autrement. Ce plomb ne doit point être arrêté fixement à la boîte; mais doit pouvoir se mouvoir, en desserrant deux ou trois pas de vis, afin de fournir le moyen de suspendre la boîte dans une situation parfaitement horizontale.

La suspension doit être très-sensible; et par conséquent très-mobile sur les points d'appuis, qui doivent être fort au-dessus du centre de gravité de tout l'ensemble. L'intérieur de la boîte doit être peint en blanc, et on doit y tracer quatre lignes noires, qui en divisent la circonférence en quatre parties parfaitement égales. Pour plus de précision, on feroit bien d'y mettre quatre petits morceaux d'ivoire, d'environ huit ou neuf lignes de largeur, et de tracer dessus les quatre lignes dont nous venons de parler. A l'aide de ces quatre lignes, on apperçoit facilement si le compas est bien centré, parce qu'alors elles doivent répondre deux à deux à des parties de la rose parfaitement opposées. On pourroit, à la rigueur, ne mettre que deux lignes dans des directions opposées; mais nous croyons qu'il ne peut être que très-commode d'en mettre quatre.

On doit couvrir le tout d'un verre blanc, bien mastiqué, ou, ce qui est encore mieux, monté dans une feuillure pratiquée dans un cercle de cuivre. Un morceau de glace seroit préférable, parce que la rose paroîtroit plus naturelle, principalement à la lumière (ceci concerne les compas de route); les verres ordi-

naires ont le plus souvent des ondulations sur leur surface, qui, en réfléchissant irrégulièrement la lumière, offusquent la vue du timonier.

Tout ce que nous venons de dire est commun aux compas de route et aux compas de variation : ces deux instrumens doivent être également bien construits et parfaitement d'accord ensemble. On ne peut donner aucune raison solide de la différence qu'on remarque ordinairement entre eux, dans ce qui concerne les aiguilles, la rose, la chape, la suspension et la boîte; la nécessité de l'accord parfait de ces deux instrumens, est fondée sur ce que les résultats fournis par le compas de variation doivent servir à corriger les directions indiquées par le compas de route, et il n'est pas si aisé qu'on pourroit le croire d'abord, de se procurer cette correspondance parfaite, qui est cependant si nécessaire.

Le compas de variation a de plus que les compas de route, deux pinnules pour le relèvement des astres ou des objets terrestres. Il y a plusieurs manières de les construire et de les placer : nous allons exposer ce que nous connoissons de plus commode et de plus exact. Ces pinnules doivent être de cinq à six pouces de hauteur, et montées sur la boîte qui contient la rose, avec des charnières, afin qu'on puisse les coucher sur le verre, lorsqu'on ne fait point usage du compas. Lorsqu'on veut faire quelques observations, on les relève, et elles doivent prendre la situation verticale, à l'aide d'un petit talon parfaitement d'équerre : on les fixe dans cette position avec un petit bouton de cuivre placé derrière à cet effet. La pinnule oculaire doit avoir un verre coloré, monté dans un petit chassis, qui puisse couler dans toute sa

longueur, et se fixer de lui-même par son frottement, dans quelque point qu'on veuille l'arrêter : ce verre est absolument utile, lorsqu'on observe le disque du soleil. La pinnule objective est divisée dans toute sa longueur par un fil très-fin, comme à l'ordinaire; la fente de la pinnule oculaire, et le fil de la pinnule objective doivent répondre exactement au-dessus de deux des quatre lignes noires dont on vient de parler. On a fait exécuter de ces compas qui ont paru avoir quelques avantages sur ceux dont on fait communément usage, surtout à l'aide des additions suivantes. Il faut tendre un fil, de la partie supérieure d'une des pinnules à celle de l'autre; ce fil doit être un peu plus gros que celui qui divise la pinnule objective, afin qu'il puisse jeter une ombre sensible, lorsqu'on veut relever le soleil par l'ombre de ce fil sur la rose : en outre, il faudra en tendre un autre, du haut de la pinnule oculaire, au bas de la pinnule objective, et deux autres sous le verre allant aux quatre lignes, dont il a été fait mention ci-dessus. Par ce moyen, il y a quatre fils dans un même plan vertical, et lorsqu'on met les pinnules dans le plan du vertical du soleil, ces quatre fils produisent sur la rose une seule et même ombre, passant par son centre.

(122.) On a toujours désiré de pouvoir faire seul les observations de la variation du compas, ainsi que le relèvement des objets, et c'est avec raison; car quoique deux observateurs expérimentés puissent bien s'accorder à saisir le même instant, on ne peut disconvenir que cela ne soit incommode, et que les observateurs ordinaires ne commettent de grandes erreurs par leur défaut d'accord; c'est pour cela

que l'on a mis à côté, et un peu au-dessous de la pinnule oculaire, un petit bouton à grenetis; en tournant ce petit bouton, le petit index d'ivoire, qui est dans la boîte au-dessous de cette pinnule, va, par le moyen d'un ressort fort doux, frapper la bordure de la rose, laquelle se trouvant par-là appuyée par deux endroits; savoir, au centre et au point du contact avec l'index, reste fixe dans cette position: alors on a tout le loisir de compter de combien le point qui répond à l'objet, est éloigné des points cardinaux du compas. Si l'on voit quel est le degré qui répond à l'index qui est en contact avec la rose, ce sera le point opposé au gissement actuel de l'objet. Si l'on veut avoir immédiatement ce dernier point, on n'a qu'à pousser doucement vers la rose l'index qui est au-dessous de la pinnule objective, en appuyant le doigt sur une petite queue de cuivre placée à cet effet; on verra exactement, par le contact de cet index avec la rose, quel est le vrai point du compas qui répond à l'objet qu'on a relevé.

En poussant ainsi ce dernier index, il faut aller doucement, parce qu'on pourroit pousser l'index opposé, et par conséquent remettre la rose en mouvement. Pour éviter tout inconvénient, on fera bien de mettre un doigt sur la queue de cuivre de ce dernier index, ce qui l'empêchera de reculer. Lorsqu'on a vu quel est le degré de la rose qui répond à l'objet, l'index de la pinnule objective se remet de lui-même à sa place, par l'action d'un ressort placé à cet effet. Pour remettre le compas en marche, ce qu'on ne doit jamais manquer de faire, il n'y a qu'à attirer en dehors la queue de cuivre qui tient à l'index qui est en contact avec la rose. Lorsqu'il y a une bordure en

cuivre mince ou en argent pour les divisions, les Anglais sont dans l'usage de diviser la largeur de l'index qui est sous la pinnule objective, par des lignes parallèles, qui, par leur correspondance avec les divisions du cercle, indiquent les minutes; c'est précisément la même chose que le vernier des octans.

La boîte quarrée qui renferme le compas, est montée sur un pivot d'un mouvement très-facile, afin de pouvoir tourner le compas, sans communiquer de secousse à la rose. On rend aussi très-souvent la boîte extérieure fixe, et l'intérieure tourne sur un pivot de cuivre qui est au fond de la boîte; mais cela nous a paru moins commode, et tout-à-la fois plus dispendieux. On feroit bien de monter tous les compas de variation sur un pied à trois branches, à la manière des instrumens d'arpentage. Ceci est même déjà fort en usage en Angleterre.

Voilà à peu près tout ce que nous connoissons de plus exact dans cette partie de la navigation : on peut rendre la suspension des boussoles marines plus précise par différens moyens : M. Grégory, ingénieur anglois, en a construit une d'une suspension beaucoup plus parfaite; elle a servi aux observations faites pour la reconnoissance des terres australes. Il est d'une utilité indispensable que ces instrumens conservent toujours la situation horizontale. L'Académie des Sciences ayant proposé, pour le prix de 1777, de *trouver la meilleure manière de fabriquer les aiguilles aimantées, de les suspendre, de s'assurer si elles sont dans le véritable méridien magnétique, afin de rendre compte de leurs variations régulières*, a partagé ce prix entre M. Van Swinden, professeur en l'université de Francker, en Frise, et M.

Coulomb, capitaine au corps du génie; elle a aussi accordé un prix d'encouragement à une boussole présentée par M. Magni: de ces Mémoires, on doit attendre la correction de toutes les imperfections qui affectent encore ces instrumens.

CHAPITRE VIII.

Manière de statuer avec précision le lieu des sondes que l'on fait en mer, et de les assujettir à une côte.

(123.) Il importe pour la sûreté de la navigation, de connoître les différentes profondeurs des mers, et de savoir où sont les écueils, trois ou quatre lieues au moins avant d'y arriver, afin d'employer les moyens de les éviter; car ce n'est pas quand on les aborde qu'il faut penser à s'en détourner; c'est pour cela que les sondes sont marquées sur les cartes marines. On est dans l'usage d'en déterminer le lieu, en employant seulement pour cet effet la boussole, afin de les indiquer sur ces cartes à leur place respective, par rapport aux différens rumbs ou airs de vent, cette manière d'opérer ne donne qu'une approximation; tous les navigateurs conviennent que pour conserver les vaisseaux, leur équipage et leur cargaison, il est d'une extrême conséquence de connoître le lieu des écueils et les différentes profondeurs d'eau à cinq ou six lieues avant d'approcher d'une île, d'une côte, d'un port, etc.

Pour statuer avec exactitude le lieu des sondes qui se font en mer, il faut se servir de la planchette; chacun la composera selon son génie, lorsqu'il en fera

usage sur mer. Ce que nous avons dit de la manière d'établir le canevas d'une carte terrestre, en employant cet instrument, suffira à certaines personnes pour en faire l'application à l'égard du lieu des sondes, en les regardant comme des points, ou comme différens objets placés sur terre; pour d'autres personnes, on va entrer dans un peu de détail.

On sait que c'est dans le temps de la basse marée que l'on sonde une mer, pour en connoître la profondeur en différens endroits; que pour cela, il faut des personnes intelligentes et au fait de cette opération, c'est-à-dire, des marins, ou des personnes accoutumées à la mer, et qui s'y portent toujours bien; car il ne faut pas penser que tout homme soit également bon pour cette entreprise, quelqu'habile qu'il soit d'ailleurs. Il faut, savoir saisir le temps et les momens, et demeurer, pour ainsi dire, à l'affût pendant plusieurs jours, plusieurs semaines, etc. Pour cet effet, il faut avoir de petits bâtimens pontés que l'on ancre où l'on veut, et dans lesquels on se retire; car, pour peu que l'on soit éloigné de terre, on ne doit pas penser qu'il soit aisé d'y revenir tous les jours; le vent n'est pas toujours favorable, et le temps ne seroit employé inutilement qu'à faire la navette, et peu d'opérations. Ces bâtimens pontés, et fixés en certains endroits, serviront encore de points, d'où l'on pourra statuer de nouvelles sondes, en poussant ce travail aussi loin qu'il sera nécessaire, ainsi qu'on le verra par la suite.

C'est aux marins à nous apprendre sur ce sujet ce qu'il faut savoir, et ce que l'on peut faire de mieux: ce que l'on va dire n'est que pour satisfaire les personnes qui lèvent sur terre le bord d'une côte, et qui

veulent établir sur leur carte le lieu des sondes que l'on fait en mer. Trois personnes sont nécessaires pour présider et concourir chacune de leur côté à statuer le lieu où se fait une sonde; l'une de ces personnes sera dans une chaloupe en mer, dirigera les sondes, et enrégistrera les différentes profondeurs d'eau que l'on trouvera, affectant la première sonde du numéro 1.er, la seconde du numéro 2, la troisième du numéro 3, la quatrième du numéro 4, etc. ainsi qu'il suit:

Première sonde	8 brasses.
Deuxième sonde	11
Troisième sonde	7
Quatrième sonde	5
Cinquième sonde	6

Les deux autres personnes opéreront en même temps sur terre avec une alidade à bonne lunette, à une distance suffisante entr'elles, pour servir de base proportionnée à l'éloignement de la chaloupe; elles s'aligneront fort exactement l'une sur l'autre, et dans cette situation, elles fixeront leur planchette, et traceront cet alignement sur leur papier: dès que de la chaloupe on fera le signal dont elles seront convenues d'avance pour s'entretenir réciproquement, chacune dirigera un rayon visuel sur ce signal, le tracera sur son papier, et le cotera du numéro 1, si c'est la première sonde; du numéro 2, quand ce sera la seconde, et ainsi de suite, de manière que les lignes tracées sur chaque planchette, soient affectées du même numéro que le lieu de la sonde où elles auront été dirigées, et que par leur rencontre (les papiers de planchettes étant assemblés, comme il conviendra), elles donneront le lieu précis où se seront faites les

sondes, et par conséquent le point où il faudra écrire la quantité des brasses que l'on verra au même numéro sur le registre des sondes; enfin, on se conduira comme dans l'exemple suivant :

(124.) Soient choisis le long d'une côte les points *A*, *B*, *C*, *D*, etc. (*fig.* 40) pour y faire des stations, ayant pour objet de déterminer et placer sur une carte les endroits où l'on mesurera la profondeur des eaux de la mer qui bordent cette côte; commencez par mesurer les distances *AB*, *BC*, *CD*, etc., ou les déterminer trigonométriquement par le calcul; observez les ouvertures d'angles qu'elles forment les unes avec les autres, afin d'avoir et leur longueur et leur situation respective; rapportez ces opérations sur un papier pour vous en servir sur la planchette : cela fait, et étant sur le terrain pour procéder à statuer le lieu des sondes que l'on fera en mer, la personne qui s'établira sur terre au point *A*, s'alignera scrupuleusement sur celle qui sera au point *B*, celle-là s'alignera de même sur le point *A*, de manière que les lignes *AB*, *BA* soient exactement dans la direction de la ligne ou base *AB* du terrain, et alors ces personnes fixeront chacune leur planchette qu'elles auront eu attention de mettre de niveau.

Dès que la personne qui sera en mer arborera le signal qui doit indiquer le lieu de la sonde, celles qui opéreront sur terre, dirigeront chacune, l'une du point de station *A*, l'autre du point de station *B*, un rayon visuel sur ce signal, et coteront ce rayon du numéro 1, si c'est la première sonde, tandis que la personne en mer, cotera aussi du même numéro 1, et sur son registre la profondeur de l'eau qui se trouvera en cet endroit.

Les personnes qui opéreront sur terre ayant fait connoître par un signal convenu, à celle qui sera en mer, qu'elles ont dirigé leur rayon, la chaloupe ira sonder ailleurs; et dès qu'elle fera le signal, chacune des personnes qui sont aux planchettes, enverra de son point de station *A* ou *B*, un rayon sur ce signal, et cotera ce rayon du numéro 2, si c'est la deuxième sonde, et ainsi de suite des numéros 3, 4, 5, 6, etc., quand ce sera la troisième, la quatrième, la cinquième ou sixième sonde, dont le même quantième sera pareillement écrit sur le registre à côté des numéros des brasses, par la personne en mer qui tiendra un état des différentes profondeurs d'eau.

OBSERVATIONS.

(125.) En supposant que l'on n'ait pas lié par avance les points choisis *A*, *B*, *C*, *D*, etc. à quelques objets de remarque sur terre, comme à un clocher, à un fanal, à un cap, ou, etc., il faudra, en opérant en *A*, *B*, *C*, *D*, etc., diriger en même temps des rayons visuels sur ces objets, afin que les sondes y soient par conséquent attachées pour bien diriger un vaisseau; car c'est uniquement à la vue des côtes, et des différens objets et accidens qui les font reconnoître, que les marins peuvent assurer leur route.

Lorsque la personne qui sera au point de station *A*, jugéra qu'elle doit le quitter, elle ira s'établir au point *C* : là elle alignera parfaitement *c b* (*fig.* 41) sur *CB*, ayant mis la planchette de niveau, et la fixera : la chaloupe faisant signal, et chaque fois que cela arrivera, cet observateur et celui qui est resté au point *B*, dirigeront chacun un rayon sur ce signal, et l'accompagneront du quantième de la sonde.

L'observateur

L'observateur au point *B*, se trouvant à son tour dans le cas de le quitter, se portera en *D*, où il mettra la planchette de niveau, l'arrangera de manière que *dc* soit exactement dans l'alignement de *DC*, et la fixera immuablement; il continuera, ainsi que l'observateur qui est en *C*, de diriger un rayon sur le signal, chaque fois qu'il sera arboré, ayant soin de coter chacun de ces rayons du numéro convenable. C'est ainsi que l'on doit opérer le long d'une côte, pour avoir sur une carte marine précisément le lieu des sondes ou profondeurs d'eau.

Les observateurs doivent chacun poser le déclinatoire ou la boussole sur la planchette, et l'arranger jusqu'à ce que l'aiguille aimantée soit fixée à zéro; alors ils traceront le long de la ligne nord-sud, du côté de la boussole et sur le papier, une ligne qui sera le méridien magnétique, dont ils indiqueront les pôles, suivant l'usage ordinaire, devant avoir ce méridien sur leurs feuilles, pour continuer la carte des sondes, et aussi pour faire voir sa déclinaison actuelle avec le vrai méridien.

Lorsqu'on aura fait un certain nombre de stations, ou toutes celles qui conviendront, on assemblera les feuilles contenant les opérations; on mettra les mêmes points de stations, les uns sur les autres, de manière que les bases *AB*, *BC*, *CD*, etc., qui auront été mesurées ou calculées, soient les mêmes appliquées sur les mêmes points et rapportés sur le papier (*fig.* 41). Cet ensemble étant fait, on aura le lieu de chaque sonde au point de concours des rayons affectés du même numéro, de sorte qu'il ne sera question ensuite que de consulter le registre pour savoir quel nombre de bras-

ses on a trouvé à tel ou tel numéro, afin de l'écrire au point de section de ces rayons.

(126.) On déterminera de cette manière des îlots, des bancs, des rochers, des écueils, des bâtimens pontés et ancrés exprès, pour servir de points de station et aider à statuer de nouvelles sondes : l'on se transportera dans ceux de ces endroits que l'on choisira, ou sur les bâtimens fixés et pontés, et comme si l'on étoit sur terre, pour opérer et continuer d'établir le lieu des sondes, ainsi qu'on vient de le dire. Si ces îlots, ces bancs, ces rochers, etc., n'ont pû être déterminés par des intersections de rayons, on les déterminera en prenant pour base la distance des bâtimens pontés, desquels on dirigera de nouveaux rayons pour avoir ces différens objets, et les sondes que l'on fera en avant.

C'est aux marins éclairés et expérimentés à nous apprendre à opérer sur mer, et à nous indiquer les instrumens nécessaires pour le faire avec précision : on peut se servir sur terre du graphomètre ou du cercle à deux lunettes, pour déterminer les endroits où l'on sonde une mer ; mais cette méthode exige que l'on observe des ouvertures d'angles, que l'on fasse des calculs, et que l'on rende ces opérations sur le papier; ce qui n'est pas expéditif, sans compter les erreurs qui peuvent se glisser. D'ailleurs tout le monde n'est pas stylé à cette méthode qui a ses difficultés, surtout quand il s'agit de déterminer la distance des objets à l'égard de deux lignes qui se coupent perpendiculairement.

Si l'on emploie en même temps plusieurs chaloupes pour sonder, et plus de deux personnes pour opérer sur terre, ou en mer sur des bâtimens pontés et ancrés

servant de points de station; après avoir pris toutes les précautions convenables, les chaloupes doivent avoir chacune sa couleur de pavillon et son registre particulier.

Quant aux observateurs qui seront sur terre ou sur mer, outre leur attention à opérer avec précision et à saisir les momens favorables, il faut encore qu'ils aient celle d'accompagner chaque rayon visuel, non-seulement de son quantième, mais aussi de la lettre initiale du nom et de la couleur du pavillon; par ce moyen, ils se ressouviendront que les rayons visuels affectés d'un tel numéro et de la lettre *B*, par exemple, ont été dirigés sur le pavillon blanc, et que c'est à la chaloupe qui le portoit à fournir le registre des sondes, ou la quantité de brasses qu'il convient d'écrire au point de concours des rayons marqués du même numéro et de la lettre *B*; que c'est à la chaloupe qui avoit pavillon rouge à fournir le nombre de brasses qui convient au point de section des rayons affectés du même numéro et de la lettre *R;* que c'est à la chaloupe qui hissoit pavillon jaune ou vert, à fournir le nombre de brasses qu'il conviendra d'écrire au concours des lignes côtées du même numéro et de la lettre *J* ou *V*.

En assemblant les feuilles d'opérations, et en suivant ce qu'on a dit ci-dessus, on aura sur le papier le lieu précis d'une suite de différens endroits où l'on aura sondé; et à ces endroits (liés dans le principe avec les divers objets de la côte) on aura le nombre de brasses qu'on y aura trouvé. Ainsi on parviendra à assurer la navigation, et à instruire les pilotes, quatre ou cinq lieues d'avance; de ce qu'ils rencontreront en approchant d'une île, d'une côte, d'un port, etc., ou en s'éloignant. C'est en avoir assez dit, et la *fig.* 40

suppléera à un plus long discours, pour faire juger de la précision de cette méthode.

Quoiqu'il en soit, on répétera encore que c'est aux marins, aux navigateurs éclairés et expérimentés, à nous servir de guides dans ces entreprises qui ont pour objet de favoriser le commerce, de contribuer à la grandeur et à la gloire des Nations, et à la conservation des vaisseaux et de leurs équipages.

CHAPITRE IX.

Manière d'avoir par industrie l'itinéraire d'un pays, et d'en former une table fort intelligible.

(127.) Notre but étant de renfermer dans cet ouvrage, et selon son objet, ce qui a rapport à la guerre, nous ajoutons ici la manière de faire l'itinéraire d'un pays. C'est en questionnant ses habitans, et particulièrement ceux qui y font de fréquens voyages, qne l'on peut en former un itinéraire dont on fait bon usage en campagne, lorsqu'il s'agit de faire marcher un corps de troupes, ou les colonnes d'une armée.

Pour que les personnes questionnées ne puissent soupçonner le véritable endroit où l'on veut se rendre, on affecte avec beaucoup de prudence de vouloir être instruit d'une route tout-à-fait opposée à celle dont la connoissance est absolument nécessaire, et de prendre de semblables éclaircissemens sur plusieurs autres routes où elle est comprise; on les interroge à diverses reprises sur ces différentes routes, pour appercevoir si ces gens-là ne se démentiront pas par ignorance, ou par malice; le remède au

premier mal se fait bien sentir ; pour éviter le second, on les questionne avec douceur; on les applaudit s'ils reconnoissent s'être trompés, on leur donne des marques de la confiance qu'on a en leur rapport, et on affecte d'ailleurs de les mettre dans le secret.

De toutes les connoissances que l'on acquiert de la sorte, on fait une espèce de tableau qui représente ces routes, et sur lequel sont écrits, à la suite l'un de l'autre, les noms des lieux par où elles passent, et entre ces différens endroits, on cote par heures de chemin la distance qu'il y a de l'un à l'autre; mais la meilleure manière de faire l'itinéraire d'un pays, c'est d'en former une table où l'on puisse voir les heures de chemin de toute une route, celles qu'on emploiera à monter ou à descendre, et le lieu et la durée de ces montées et de ces descentes.

Il est certain qu'il ne faut pas plus de temps pour aller d'un lieu à un autre que pour en revenir, quand ils sont séparés par une plaine; mais si entre ces deux endroits, il se trouve des montées ou des descentes considérables, il est presqu'impossible que ces montées et descentes soient si également proportionnées qu'il ne faille pas plus ou moins de temps pour l'aller que pour le revenir. On en trouvera un exemple dans la table ci-jointe, où nous avons supposé une route dans un pays montueux: l'explication que nous en allons faire ne laissera rien à désirer, et servira de modèle, pour indiquer d'autres routes.

Explication d'une table d'itinéraire.

(128.) Dans cette table, une route comprend trois colonnes; la première est occupée par le nom de tous les lieux parcourus, en allant du point de départ au point d'arrivée.

La seconde colonne, qu'on a divisée en trois parties, contient dans sa partie gauche les heures de chemin qui se passent en plaine; dans la partie du milieu, les heures de chemin qui s'emploient en montant; et dans la partie à droite, les heures du chemin qu'il faut faire en descendant. La totalité des heures de chemin qu'il faut pour aller d'un lieu à son voisin, se trouve dans la troisième colonne; on a distribué dans les colonnes respectives, les portions de cette totalité qui se rapportent à chacunes d'elles.

Par exemple, on voit dans la première colonne qu'on veut aller d'*Arlo* à *Bisot;* dans la seconde colonne, on voit que ce chemin se fait tout en plaine; et dans la troisième qu'il est parcouru en une heure trente minutes.

On trouvera, *page* 217, la continuation de l'explication du tableau ci-joint.

ITINÉRAIRE DE LA ROUTE D'*ARLO A LA FARE*, dans laquelle on a observé le temps employé à parcourir les plaines, les montées et les descentes.

NOMS DES LIEUX.	TEMPS EMPLOYÉ A PARCOURIR les plaines.		les montées.		les descentes.		TEMPS TOTAL.	
	h.	m.	h.	m.	h.	m.	h.	m.
D'Arlo à Bisot.	1.	30	0.	0	0.	0	1.	30
De Bisot à Chapelle Notre-Dame.	0.	0	2.	30	0.	0	3.	15
	0.	0	0.	0	0.	45		
De Chapelle Notre-Dame à Pont.	0.	0	0.	0	1.	15	2.	45
	1.	30	0.	0	0.	0		
De Pont à Maison rouge. . . .	0.	45	0.	0	0.	0	3.	15
	0.	0	2.	15	0.	0		
	0.	0	0.	0	0.	15		
De Maison rouge à Triel. . . .	0.	30	0.	0	0.	0	1.	15
	0.	0	0.	45	0.	0		
De Triel au bois d'Aunes. . . .	2.	15	0.	0	0.	0	4.	0
	0.	0	0.	45	0.	0		
	0.	0	0.	0	0.	30		
	0.	0	0.	30	0.	0		
Du bois d'Aunes à Evi	1.	15	0.	0	0.	0	4.	30
	0.	0	0.	45	0.	0		
	0.	0	0.	0	0.	30		
	0.	0	1.	30	0.	0		
	0.	30	0.	0	0.	0		
D'Evi à l'Hermitage.	0.	0	1.	15	0.	0	1.	45
	0.	30	0.	0	0.	0		
De l'Hermitage au Cabaret. . .	0.	0	0.	0	0.	45	3.	15
	0.	0	1.	15	0.	0		
	1.	15	0.	0	0.	0		
Du Cabaret à la Fare.	0.	0	0.	45	0.	0	4.	45
	1.	30	0.	0	0.	0		
	0.	0	0.	0	1.	15		
	0.	0	1.	15	0.	0		
TOTAUX	11.	30	13.	30	5.	15	30.	15

Donc pour aller d'*Arlo* à *la Fare*, on a mis 30 heures 15 minutes; savoir : 11 heures 30 minutes parcourues en plaines, 13 heures 30 minutes à monter et 5 heures 15 minutes à descendre.

RETOUR DE LA *FARE A ARLO*, en observant de même le temps employé à parcourir les plaines, les montées et les descentes.

NOMS DES LIEUX.	TEMPS EMPLOYÉ A PARCOURIR les plaines.		les montées.		les descentes.		TEMPS TOTAL.	
	h.	m.	h.	m.	h.	m.	h.	m.
De la Fare au Cabaret.	0.	0	0.	0	1.	0	4.	30
	0.	0	1.	30	0.	0		
	1.	30	0.	0	0.	0		
	0.	0	0.	0	0.	30		
Du Cabaret à l'Hermitage . . .	1.	15	0.	0	0.	0	3.	30
	0.	0	0.	0	1.	0		
	0.	0	1.	15	0.	0		
De l'Hermitage à Evi	0.	30	0.	0	0.	0	1.	15
	0.	0	0.	0	0.	45		
D'Evi au bois d'Aunes.	0.	30	0.	0	0.	0	4.	0
	0.	0	0.	0	1.	0		
	0.	0	0.	45	0.	0		
	0.	0	0.	0	0.	30		
	1.	15	0.	0	0.	0		
Du bois d'Aunes à Triel. . . .	0.	0	0.	0	0.	15	3.	45
	0.	0	0.	45	0.	0		
	0.	0	0.	0	0.	30		
	2.	15	0.	0	0.	0		
De Triel à Maison rouge. . . .	0.	0	0.	0	0.	45	1.	15
	0.	30	0.	0	0.	0		
De Maison rouge à Pont. . . .	0.	0	0.	30	0.	0	3.	15
	0.	0	0.	0	2.	0		
	0.	45	0.	0	0.	0		
De Pont à Chapelle Notre-Dame.	1.	30	0.	0	0.	0	3.	0
	0.	0	1.	30	0.	0		
De Chapelle Notre-Dame à Bisot.	0.	0	1.	15	0.	0	3.	0
	0.	0	0.	0	1.	45		
De Bisot à Arlo.	1.	30	0.	0	0.	0	1.	30
TOTAUX	11.	30	7.	30	10.	0	29.	0

Donc pour revenir *de la Fare* à *Arlo*, on a mis 29 heures; savoir : 11 heures 30 minutes parcourues en plaine, 7 heures 30 minutes à monter et 10 heures à descendre.

Entre *Bisot* et *Chapelle-Notre-Dame*, on voit dans la seconde colonne qu'il faut d'abord marcher deux heures 30 minutes en montant, et 45 minutes en descendant pour arriver à *Chapelle-Notre-Dame*; et dans la troisième, que l'espace total a été parcouru en 3 heures 15 minutes.

Entre le bois d'*Aunes* et *Evi*, on voit dans la seconde colonne qu'on a fait d'abord 1 heure 15 minutes en plaine, ensuite 45 minutes en montant, après 30 minutes en descendant, après encore, 1 heure 38 minutes en montant, et enfin 30 minutes en plaine pour se rendre à *Evi*; et la troisième indique que la distance totale, entre le bois d'*Aunes* et *Evi*, a été parcourue en 4 heures 30 minutes.

Au bas de la première colonne, on a mis le total des heures de marche de toute la route, entre *Arlo* et *la Fare*; et au bas de chaque partie de la seconde colonne, on voit la somme des heures de marche qui se font en plaine, qui se font en montant, et qui se font en descendant; la troisième indique le temps total.

Il est aisé de comprendre qu'à raison de l'inégalité du terrain supposé entre la *Fare* et *Arlo*, le temps de marche d'*Arlo* à la *Fare*, pourra n'être pas le même que celui de la *Fare* à *Arlo*. C'est pour le faire mieux sentir qu'on a mis à la suite de la route d'*Arlo* à la *Fare*, celle de la *Fare* à *Arlo*, dressée dans le même esprit; mais offrant des données différentes, ce qui aura nécessairement lieu, si, par exemple, la quantité des montées est plus grande en allant d'*Arlo* à la *Fare*, que de la *Fare* à *Arlo*, et réciproquement. C'est précisément la route d'*Arlo* à la *Fare*, prise en sens inverse; toute autre explication seroit superflue.

Du figuré d'un itinéraire et de l'ordre de marche des troupes d'une armée.

(129.) Comme il est du devoir de l'ingénieur de figurer le pays par où passe une armée; de faire l'itinéraire de sa marche sur le terrain même en se tenant à la tête d'une colonne, marquant à mesure les différens lieux qui se succèdent sur sa route, les montées et les descentes que l'on rencontre, les bois, les défilés, les rivières, les ruisseaux, les marais, les ponts, les gués et la nature des campagnes que cette colonne traverse; enfin les divers objets qu'elle laisse sur sa droite et sur sa gauche; il est nécessaire aussi qu'il joigne au tracé de la colonne, et qu'il marque sur son plan, le nom des troupes qui composent cette colonne, en les écrivant selon le rang qu'elles tiennent dans la marche; mais lorsque l'échelle du travail de cet ingénieur est si petite, qu'entre deux camps successifs, il n'y a pas assez de longueur pour y dénommer tout ce qui compose une colonne de troupes, d'une certaine force, ou quand il ne peut éviter que cela ne fasse une confusion sur son plan, le meilleur parti à prendre est d'écrire cet ordre de marche en légende.

CHAPITRE X.

Réflexions de Dalrymple, sur les observations faites en mer avec l'Octant ou *la Boussole* (1).

(130.) L'expérience a appris que pour faire un dessin exact, l'on ne pouvoit s'en rapporter aux relèvemens pris avec la boussole. Dalrymple a souvent rencontré une différence de plus de 3 degrés, non-seulement entre plusieurs boussoles, mais aussi avec la même boussole, à diverses époques. On n'a pu découvrir jusqu'à présent les causes de cet effet; plusieurs personnes qui ont eu occasion de l'observer, ont assuré qu'il ne pouvoit être causé que par l'état de l'atmosphère.

Dalrymple ne prétend pas proscrire l'usage de la boussole; il arrive même quelquefois que les observations faites avec elle correspondent parfaitement ensemble; mais si la mer est rude, il est alors très-difficile de prendre plusieurs relèvemens avec la boussole, parce qu'il faut beaucoup de temps pour s'assurer qu'elle conserve la position horizontale. Ainsi son usage, indépendamment des autres inconvéniens, occasionne des retards; pendant ce temps les terres perdent leurs gissemens réciproques, les angles ne coïncident pas sur le croquis du plan, comme s'ils eussent été mesurés en différentes stations; de plus, les agrès et la voilure interceptent souvent la vue du seul endroit du vaisseau où l'on puisse avantageusement placer l'instrument.

(1) Extrait et traduit d'un ouvrage anglois, ayant pour titre : Dalrymple's, Essay on nautical Surveying. *London*, 1786, in-4.°, fig.

L'octant de Hadley est préférable à la boussole, tant pour la facilité de s'en servir que pour l'exactitude dans la mesure des angles. Pour trouver la latitude, on tient l'octant en ligne verticale, et on glisse l'*index* en avant, jusqu'à ce que l'image solaire, vue par réfléxion, touche la partie de l'horizon vue directement. Pour mesurer les angles, on tient l'instrument horizontalement, et on fait coïncider, en avançant l'*index*, l'objet vu par réfléxion avec celui qui a été vu directement.

Si l'on pouvoit s'en rapporter à la boussole, les relèvemens faits avec cet instrument auroient un avantage sur les angles mesurés avec l'octant; en effet, ces relèvemens étant des angles du méridien magnétique, sont aisément transportés sur le papier, d'après la méridienne de la carte. Supposons que, d'après une station inconnue, le relèvement d'un lieu *A* soit 20 degrés nord-est, et que celui du lieu *B* soit 20 degrés nord-ouest; en ôtant les relèvemens renversés 20 degrés sud-ouest du lieu *A*, et 20 degrés sud-est du lieu *B*, l'interception donnera la station. Comme on n'avoit que deux objets, il eût été impossible de découvrir la station avec le secours d'aucun autre instrument, parce que tous, excepté la boussole, demandent trois points pour déterminer une station. Il est vrai que l'on peut considérer la ligne du nord de la boussole comme un troisième point.

Toutes les observations faites avec la boussole sont exposées à de grandes objections. Si elle est placée dans un canot, on peut rencontrer des inconvéniens; le mouvement empêche toujours de relever exactement; de plus, des opérations qui exigent la précision la plus minutieuse, seroient contrariées par

les extrémités des bas-fonds et les profondeurs dans les détroits; il convient donc d'employer de préférence une chaloupe pontée. L'octant peut, dans ce cas, lever toutes les difficultés; en effet, si l'on connoît les gissemens réciproques de trois points quelconques, la boussole devient inutile. Si l'on n'a pas les trois points nécessaires, on peut, en faisant un signal convenu avec ceux qui font les mêmes observations, relever la chaloupe par rapport au vaisseau; et prenant l'inverse de ce relèvement, on aura celui du vaisseau par rapport à la chaloupe, d'où l'on peut regarder alors le vaisseau comme un point; on aura, par ce moyen, un nombre d'objets suffisans pour donner des angles qu'on mesure avec facilité, et avec plus d'exactitude que si l'on s'était servi de la boussole.

Les relèvemens ou les angles que font des objets peu éloignés, sont incertains avec la boussole, à cause des roulis du vaisseau; ce mouvement fait varier la position des objets très-près les uns des autres. On doit donc préférer les observations faites dans des chaloupes à l'ancre; les erreurs sont alors moins considérables, et deviennent presque insensibles, si l'on préfère l'octant à la boussole.

La boussole d'eau de Wright conserve, dit-on, sa position dans un canot. Dalrymple rapporte que deux Indiens, l'un de Manille dans l'île de Luçon, et l'autre de Miaco au Japon, lui apprirent qu'au lieu de notre boussole, ils se servoient d'une aiguille magnétique, longue de six pouces et même davantage, attachée à une épingle dans une jatte de porcelaine de la Chine, remplie d'eau. Au fond de cette jatte, il y avait deux lignes qui se croisoient pour indiquer les quatre vents principaux. Ils s'en rapportoient à l'habileté de

leurs pilotes pour les autres divisions. D'après ces renseignemens, Dalrymple voulut essayer de suite comment une aiguille magnétique se tiendroit dans l'eau; l'expérience réussit complètement, et on ne doute nullement qu'elle ne conduise par la suite, dans la marine, à des résultats satisfaisans.

On a déjà observé qu'il n'y avoit pas d'instrument plus commode que l'octant, pour mesurer les angles. On s'en sert avec une égale facilité au haut du mât, comme sur le pont; tandis qu'avec la boussole, ils sont indéterminés, et on sait qu'une légère erreur dans le relèvement d'un objet éloigné, en fait commettre de très-grandes dans sa position. Le moyen de décrire exactement l'étendue et la forme des bas-fonds, est de mesurer les angles, soit d'une hauteur, ou d'une colline, ou d'un mât du vaisseau.

Quoique l'octant indique les distances par la dépression de l'horizon, il ne fournit néanmoins aucune donnée pour déterminer la position des lieux. On peut cependant y parvenir, en se servant du quart-de-cercle d'arpenteur. En effet, le niveau donne une ligne parallèle à la surface de la mer, dont le zénith sera à angle droit, et l'angle de dépression de l'horizon sur les autres objets, coupera la ligne de la surface de la mer aux distances où ces objets sont placés. L'élévation perpendiculaire de l'endroit d'où l'on a fait les observations, servira d'échelle pour mesurer ces distances; cette élévation sera indiquée par le baromètre. Dalrymple, n'ayant pas encore mis en pratique cette méthode, n'en parle que parce qu'il croit qu'elle peut être employée avantageusement; et pour cet effet, il conseille d'avoir une carte avec un cercle gradué, dont le diamètre sera partagé en

parties égales; il servira à indiquer les lieux où doivent se trouver les objets. Cette carte ne sera pas moins utile pour déterminer l'étendue des objets, d'après leurs relèvemens et leurs distances, l'œil se trompant presque toujours, en supposant l'étendue, surtout celle des brisans, plus grande que l'angle ne le permet.

Quand au lieu de l'octant, on se sert du quart-de-cercle pour mesurer les angles, cet instrument ne pouvant mesurer au-delà de 90 degrés, il est nécessaire de changer la ligne d'observation, en continuant de mesurer les angles autour du cercle entier; parce que, si la somme des angles ne forme point celle de 360 degrés, elle indique une erreur dans quelques-uns des angles des objets qu'on a pris pour ligne d'observation.

Il faut avoir soin de ne jamais employer pour ligne d'observation, un objet voisin ou une pointe basse; car la différence de la réfraction de l'air, ou l'élévation et l'abaissement du vaisseau, occasionné par le flux et le reflux, ou même par le courant de la mer, changera la position de ce dernier objet, et mettra par conséquent de la confusion dans toute la chaîne des angles que l'on doit observer, et qui seroient mesurés avec une ligne mobile. Dans le premier cas, le roulis du vaisseau produira le même effet.

Les meilleurs objets pour ligne d'observation sont une montagne ou une pointe, ou toute autre chose remarquable à une distance que l'on puisse distinguer en tout temps.

Après avoir parlé du quart-de-cercle, Dalrymple indique plusieurs observations utiles dans la pratique, et relatives à la construction des cartes marines.

On a très-rarement l'occasion de mesurer à terre une base assez longue pour servir à former une carte; à la vérité, on peut construire une carte suffisamment exacte au moyen d'une chaîne de triangles, calculés d'après une courte base. Cette méthode, que l'on peut également employer en mer, est préférable à toutes les observations faites à bord d'un vaisseau; elle n'est cependant pas sans inconvéniens, lorsque la côte est basse ou circulaire; elle est même impraticable, lorsque la côte est dépourvue d'objets remarquables; celles au contraire qui portent des rochers, des collines, des montagnes, qui ont beaucoup d'îles en face, etc. sont on ne peut pas plus commodes pour établir une base.

Il y a une méthode très-avantageuse pour lever le plan du cours d'une rivière, surtout dans les endroits où l'on craindroit que des observations faites publiquement ne donnassent des inquiétudes : on se sert de chaînes, dont la longueur étant connue servira de bases. Une méthode semblable sert à mesurer les bancs de sable; on jette un grapin à une extrémité du banc, et on fait filer ce cable jusqu'à ce que le canot parvienne à l'autre extrémité.

Le meilleur moyen de mesurer les distances marines, est le son; d'après les observations les plus exactes, on a trouvé que le son parcouroit 173 toises ou 337 mètres par secondes; ainsi, en formant un pendule avec un morceau de plomb attaché à un fil, à qui l'on donneroit 9 pouces 2 lignes un huitième, ou 248 millimètres, chaque balancement sera égal à 89 toises 5 pieds, ou 175 mètres; multipliant ce nombre par celui des balancemens, depuis le moment où l'on a vu la flamme jusqu'à celui où l'on entend

entend le bruit, on aura la distance; on remarquera que cette méthode n'est pas assez précise pour estimer de petites distances. On peut employer avec succès cette méthode pour mesurer une base entre deux vaisseaux qui, prenant en même temps le relevement l'un de l'autre et des mêmes objets, détermineront leur position avec la plus grande exactitude. On peut ensuite vérifier cette base, en faisant tirer des coups de canon de chaque vaisseau, et en comparant entre elles les estimes de distance faites à chaque bord.

Remarque sur la propagation du Son.

(131.) La connoissance de la propagation du son, si nécessaire dans plusieurs circonstances, mais particulièrement dans celle dont parle ici Dalrymple, avoit mérité depuis long-temps l'attention des physiciens; Flamstedt, Halley, Derham et beaucoup d'autres, avoient fait des expériences à ce sujet, et l'on en avoit conclu que le son parcouroit environ 180 toises par seconde.

Ces expériences n'étoient point décisives, la plupart donnoient des résultats différens, et presque toutes étoient appuyées sur des distances trop courtes pour donner l'exactitude et la précision que l'on désiroit.

L'Académie des Sciences de Paris entreprit, en 1738, d'écarter les doutes qui restoient encore sur une matière aussi importante; elle choisit une distance de 14,636 toises, comprise entre la pyramide de Montmartre et la Tour de Montlhéry; Cassini, Maraldi et de la Caille furent chargés de faire cette expérience.

Cette expérience confiée à des hommes célèbres, et

qui la firent avec précaution, donna les résultats suivans :

1.° Que le son parcourt uniformément 173 toises pendant une seconde de temps, au lieu de 180 que l'on admettoit auparavant; ce résultat s'est toujours trouvé le même, de jour et de nuit, par un temps serein ou par un temps pluvieux, par un temps chaud ou par un temps froid; d'où il suit que l'air seul est le véhicule du son, et que ni la lumière, ni la chaleur, ni les vapeurs répandues dans l'atmosphère, n'affectent en aucune manière le mouvement de vibration qui transmet le son.

2.° Que le vent ne retarde point la vîtesse du son, si sa direction est perpendiculaire à celle du son; que dans ce cas le son se propage, comme il arrive dans le temps le plus calme.

3.° Que si le vent soufle dans la même direction que parcourt le son, il l'accélère de sa propre vîtesse, de sorte qu'avec un vent favorable le son parcourt 173 toises, plus la vîtesse du vent; ce seroit le contraire si le vent étoit directement opposé.

Il résulte de ces expériences que le temps le plus propre à établir une base en mer, est le temps calme; qu'il faut choisir des distances assez considérables pour qu'il s'écoule au moins 5 ou 6 secondes, entre l'instant où l'on voit la lumière et celui où l'on entend le coup de canon. Cette base étant établie par deux vaisseaux, ou par un vaisseau et sa chaloupe, tous deux à l'ancre, et bien vérifiés par des signaux répétés par chacun des deux vaisseaux, on prend ensuite les angles des objets situés à terre, et desquels on est convenu. Si l'on mesure l'angle que fait chaque objet avec le vaisseau qui est à l'extré-

mité de la base, et que ce dernier en fasse autant de son côté, il est évident que l'on aura une suite de triangles dans chacun desquels on connoît deux angles et un côté, et il sera facile de calculer le reste.

On voit que par une méthode aussi simple, rien ne seroit plus aisé que d'avoir des cartes bien exactes de toutes les côtes et des dangers qui les environnent, service le plus important que les marins puissent rendre à la navigation.

Nota. D'après des expériences faites avec le plus grand soin à Dusseldorf, le 2 décembre 1809, par M. de Beuzemberg, célèbre physicien de cette ville, il a trouvé que le son parcouroit 1,040 pieds par seconde, ou 173 toises $\frac{1}{2}$, ce qui se rapporte à ce qui est dit ci-dessus; il a observé que cette vitesse pouvoit varier de 11 à 12 pieds, suivant que l'air étoit plus ou moins élastique. M. de Beuzemberg a fait ses expériences avec une excellente montre *à tierces* qu'il a fait construire, et qui se trouve à l'Observatoire de Dusseldorf.

TROISIÈME PARTIE.

Manière de construire les Cartes militaires.

On donnera dans cette partie la manière de lever le plan d'un camp, celui des lignes et autres retranchemens; le plan d'une tranchée, celui d'une ville et des fortifications permanentes.

CHAPITRE PREMIER.

Détail des objets qui doivent entrer dans les Cartes militaires.

(132.) On entend par carte militaire, la carte particulière d'un pays, ou d'une portion de pays, ou d'une frontière, ou des environs d'une place, d'un poste, et sur laquelle sont exprimés tous les objets qu'il est essentiel de connoître pour former et exécuter un projet de campagne. On doit y voir les chemins qu'une armée peut parcourir, les lieux où elle peut camper, les divers postes qu'elle pourra occuper; les défilés et leur longueur, les rivières, les ruisseaux, leur largeur, leur profondeur, les gués, la nature du fond, la hauteur des bords, les ponts, les passages, les moulins, les canaux, les étangs, les villages, les hameaux, les châteaux, les métairies et autres lieux qui sont bons à occuper; les montagnes, leur hauteur, leur pente, leurs escarpemens; les vallons, les ravins, leur largeur, leur profondeur; les fossés, les champs clos, les bois, les marais, la nature des plai-

nes, les cantons de fourrages; la distance d'un lieu à un autre, le nombre des maisons et écuries de chaque lieu, les différens terrains, leur qualité, etc. Si la carte représente quelque partie de mer, on y distingue la nature de la côte, les laisses de haute et de basse mer, de morte-eau comme de vive-eau; les sondes des anses, des baies, des rades; les dangers de toute espèce, les différentes batteries établies pour la défense des mouillages, des passes; les retranchemens, les épaulemens pratiqués dans les parties où l'ennemi peut tenter une descente; les camps, les postes qui doivent couvrir les principaux établissemens et l'intérieur du pays, etc. Tous ces détails peuvent être compris dans une carte militaire, et à l'aide d'une légende ou d'un mémoire, se faire sentir aisément; mais il y a très-peu de gens capables d'un tel travail: il n'y en a pourtant pas de plus important pour pouvoir régler et conduire les opérations d'une campagne; on ne sauroit donc former trop de sujets pour une partie si essentielle.

L'usage des cartes militaires étoit connu des Anciens; Végece ne nous laisse aucun doute à cet égard. « Un général, dit cet auteur, doit avoir des tables » dressées avec exactitude, qui lui marquent non- » seulement la distance des lieux par le nombre des » pas, mais la qualité des chemins, les routes qui » abrégent, les logemens qui s'y trouvent, les mon- » tagnes et les rivières. » On assure que les plus habiles généraux, non content de ces simples mémoires, faisoient lever les plans du théâtre de la guerre, afin de déterminer plus sûrement leur marche sur le tableau même des lieux. On ne sait si ces plans étoient aussi parfaits que nos cartes topographiques, mais

au moins devoient-ils donner beaucoup de facilité aux généraux pour leurs opérations.

Nous avons aujourd'hui un grand nombre de cartes qui, quoiqu'elles ne contiennent pas tous les détails nécessaires, ne laissent pas de pouvoir être utiles à un officier qui seroit chargé de reconnoître un pays, ou qui l'entreprendroit pour son instruction; on en trouvera l'indication à la fin de cet ouvrage.

La plupart des cartes que l'on indique ayant été levées géométriquement, peuvent servir à construire des cartes militaires, en faisant d'avance des extraits des campagnes qui auront été faites dans les pays qu'elles représentent; on dessinera sur une plus grande échelle, les parties des pays qu'on devra reconnoître, en cherchant les lieux élevés pour mieux découvrir le terrain, en questionnant les gens de la campagne, en parcourant le pays en tous sens, et en voyant par soi-même tous les objets qui méritent attention.

Lorsqu'on n'a point de cartes particulières, qu'on n'a pas le temps d'en lever, ou que l'occasion ne permet pas d'opérer, on a recours aux cartes générales. On y prend les positions qui paroissent les mieux déterminées; on en trace les points principaux sur des feuilles séparées, et on fait une carte à vue qu'on accompagne d'un mémoire. Il n'y a point d'officier d'état-major qui ne doive savoir cette méthode, qui est on ne peut pas plus nécessaire, surtout en campagne.

Connoissances nécessaires pour bien établir une carte militaire.

(133.) La connoissance généralisée d'un pays suffit pour calculer les avantages des principales positions

qu'il offre à une armée, et pour déterminer d'avance celles qui répondent le mieux aux projets qu'elle peut méditer; mais, quand il est question des opérations successives des troupes, de l'ouverture des marches, de l'emplacement des camps, de la sûreté des communications et de tous les objets quelconques subordonnés à la nature du terrain, c'est par des cartes militaires que l'on parvient à éclairer ses mouvemens. Ces cartes sont levées dans un plus ou moins grand détail, suivant que le temps à pu le permettre et que les circonstances l'ont exigé. Lorsque, pendant la paix, on lève le plan d'une frontière ou d'une partie de côte, à l'effet de chercher quels sont les moyens de défense que la nature particulière du local peut présenter, pour pouvoir en faire l'application au besoin, il est évident que ce travail peut et doit être exécuté dans le plus grand détail, et avec l'exactitude la plus scrupuleuse; mais, lorque dans le tumulte de la guerre, sous les yeux même de l'ennemi, il s'agit de rendre compte d'un pays où il faut tout de suite faire mouvoir, marcher, manœuvrer une nombreuse armée, l'établir dans un camp ou dans des quartiers, c'est par le moyen d'une carte figurée à vue, avec la plus grande célérité, et d'un mémoire qui instruise des choses que le dessin seul ne peut rendre intelligibles, qu'on parvient à remplir cet objet important. Cet à ce genre d'ouvrage qu'on donne particulièrement le nom *de reconnoissance militaire.* A la manière dont il est exécuté, on distingue l'intelligence et la sagacité de l'officier qui en est chargé; s'il est doué du talent de bien discerner quels éclaircissemens particuliers exige le besoin du moment, il se gardera de s'appesantir sur des détails, dont la

connoissance est inutile pour concourir au but que l'on se propose, et d'employer à cela un temps d'autant plus précieux, qu'il est alors limité. Une expérience, plus ou moins éclairée, l'instruit à pénétrer dans les vues du général, et son travail ne porte que sur des objets qu'il est absolument nécessaire de savoir.

Il résulte de ce que l'on vient d'avancer, qu'il y a deux espèces de cartes militaires, savoir : celles qui sont levées géométriquement et à l'aide des instrumens usités pour cela, et celles qui sont simplement faites à vue, auxquelles appartient proprement le nom *de reconnoissance*. Entre ces deux espèces, on peut cependant en considérer une troisième, qui se rapproche plus ou moins de l'une ou de l'autre; telle seroit une carte, dont les principaux points seroient calculés ou arrêtés à la planchette, d'après une base exactement mesurée, et dont tout le détail auroient été rempli à vue. Ces différens genres de plans topographiques ont cela de commun, qu'ils exigent de la part des personnes qui s'en occupent, une grande facilité de figurer le terrain, laquelle ne s'acquiert que par l'usage.

Tout officier qui se destine à ce genre de travail, doit réunir aux études particulières qu'il exige, une théorie assez étendue sur la guerre, pour donner à ces talens leur juste application, et les élever à leur vrai point d'utilité. Plus il est en état de pénétrer dans les motifs d'un général, plus ses opérations deviennent essentielles aux entreprises qu'on se propose. Il ajoute à ces figurés, plus ou moins rapides, des observations lumineuses qui développent tout ce qu'il n'a pu exprimer, et les renseignemens

qu'il donne de vive voix, complètent l'instruction qu'on a droit d'attendre de lui.

Celui qui ne sait que représenter un terrain, est un ouvrier mécanique, dont on ne peut interroger que les plans; celui qui n'a que l'art de composer un mémoire, n'offre que des détails isolés, qui donnent difficilement une idée claire de l'ensemble, il faut nécessairement la réunion de l'un et de l'autre moyen pour remplir avec succès l'objet d'une reconnoissance militaire.

L'habitude de juger le terrain militairement, est le fruit de réflexions plus combinées que l'on ne pense; il faut le voir en géomètre pour en évaluer l'étendue; il faut le voir en tacticien pour y appliquer les mouvemens d'une armée, en raison des formes qu'il présente; il faut le voir en mécanicien pour y découvrir à propos la possibilité de créer ou d'anéantir des obstacles.

La théorie des fortifications, la science de l'artillerie, l'examen des différens ordres de position ou de mouvement, sur lesquels se forment les armées; l'analise de leurs rapports, avec l'attaque et la défense; la combinaison des armes, des manœuvres et des circonstances, voilà les sources où l'on doit puiser pour apprendre à évaluer d'une manière aussi prompte que sûre, tout le parti que l'on peut tirer d'un terrain.

Les écrits de Xénophon, Polibe, César, Végece, Saxe, Puiségur, Folard, Feuquières, et des auteurs modernes qui marchent sur leurs traces, offrent d'abondantes lumières à ceux qui veulent acquérir des connoissances militaires. L'industrie de l'homme, mise en action par les intérêts les plus grands, y fait voir et l'origine et les effets de ces ressources ingé-

nieuses qu'elle sait joindre à la nature pour en multiplier les forces. La raison s'y trouve guidée par l'expérience de tous les temps, et elle s'approprie sans effort des vérités que la pratique ne découvre jamais, ou qu'elle achète par des erreurs sans nombre.

Il ne suit point de là que l'art de rendre compte d'un pays exige que l'on s'appesantisse minutieusement sur les détails de toutes les parties de la guerre; on ne doit les approfondir que d'une manière relative au besoin que l'on peut en avoir; on les généralise et l'on en extrait, pour ainsi dire, l'esprit essentiel qui appartient à la carrière que l'on embrasse.

Ce n'est point du simple exercice des armes, ou du talent de rompre de petits corps de troupes dans tous les sens possibles, que l'on s'occupera principalement; c'est de la grande tactique, c'est de l'art de disposer une armée, et de la faire manœuvrer de la manière la plus favorable à l'effet que l'on veut produire. On évitera avec soin l'adoption exclusive de ces systèmes qui plient tous les terrains à leurs méthodes et à leurs organisations particulières; on appréciera chaque *ordre de mouvement* ou *de position* d'après ses avantages et ses inconvéniens, absolus ou relatifs, et l'on parviendra à se convaincre que le degré de supériorité qu'on peut attribuer à l'un ou à l'autre, dépend du moment, du local et d'une infinité d'autres données, que l'habitude de juger fait seul saisir avec justesse. Il est nécessaire de bien connoître les différentes manières de former et de déployer les colonnes, ainsi que la composition actuelle des régimens, bataillons, escadrons, etc., et l'étendue de ces corps en bataille; c'est en s'exerçant à représenter sur le papier les mouvemens combinés

de ces différentes masses, que l'on s'accoutume à tracer des tableaux exacts et intelligibles des opérations des armées.

Soit que l'on travaille, à la guerre ou pendant la paix, à faire des reconnoissances militaires, ce sont toujours les mêmes vues qui doivent diriger dans les mémoires instructifs que l'on y joint; on suppose, en temps de paix, ce qui existe quand les armées sont rassemblées, et l'on raisonne en conséquence de ces suppositions pour bien faire connoître toutes les ressources dont chaque lieu est susceptible. Les détails dans lesquels nous allons entrer appartiennent donc à tous les momens, et l'on y trouvera ce que chaque circonstance particulière peut exiger.

Les eaux et les montagnes sont les objets toujours subsistans que la nature oppose à l'attaque pour favoriser la défense; l'art qui agit plus ou moins sur ces deux obstacles, dispose absolument de tous les autres.

Les moyens que présentent les Alpes et les Pyrénées pour s'y maintenir, sont fort différens de ceux que fournissent les vastes plaines de la Flandre : là, des chaînes escarpées forment des murs impénétrables, dont les points accessibles peuvent toujours être défendus par très-peu de troupes; ici les rivières et les canaux sont les principales barrières qu'une armée puisse opposer à l'ennemi. Il faut, pour en empêcher le passage, qu'elle calcule sa position et ses mouvemens sur l'étendue du front à défendre; sur la profondeur du lit, la largeur et l'escarpement de ses bords; sur l'épaisseur des haies et des bois adjacens; et enfin sur les stratagêmes que l'on peut employer pour lui faire prendre le change.

Ces deux manières de faire la guerre sont entièrement différentes, mais elles tiennent aux mêmes principes, et elles se réunissent plus ou moins l'une et l'autre à l'art des fortifications pour la défense de tous les pays.

C'est donc de la connoissance la plus exacte des lieux où l'on doit opérer, que dépend l'exécution d'un système quelconque de mouvemens. Il faut que celui qui est chargé de reconnoître, joigne à sa carte un mémoire sur le local, qui fasse mention de tout ce qui peut concerner les montagnes, les plaines, les rivières, les ruisseaux, les chemins, les villes, les châteaux, les moulins, etc., et qui indique les différens moyens dont on pourroit se servir pour augmenter l'avantage qu'on peut retirer de leur position, ou pour affoiblir leurs inconvéniens.

On divise ce mémoire en autant de chapitre qu'il y a d'espèce d'objets à parcourir; on expose ensuite quels sont les camps que pourroient occuper les armées, en faisant voir avec soin leurs ressources en tout genre, et l'on finit par un état des subsistances et des autres secours que peut fournir le pays dont on fait la description.

Comme les terrains que l'on doit reconnoître militairement en temps de paix, sont toujours sur les côtes ou sur les frontières en première et seconde lignes, on peut, à la suite d'un mémoire local, supposer de la part de l'ennemi des entreprises sur les points qui sont les plus exposés à ses attaques. On fait valoir alors tout ce que le pays peut présenter d'obstacles, et on suit l'ennemi dans ses succès pour lui opposer à chaque pas de nouvelles difficultés. Cette manière de mettre en mouvement toutes les

parties de son tableau, fait sentir la valeur des détails et récapitule, de la façon la plus instructive, ce que l'on a dit en traitant de tous les objets en particulier.

DES MONTAGNES.

(134.) Lorsque l'on parlera des montagnes, on distinguera les chaînes principales qui servent d'enceinte à un pays, des différens rameaux qui en défendent ou qui en favorisent les issues; on fera connoître les hauteurs relatives de toutes leurs parties, les rochers, les bois, les vallons que l'on y rencontre; et comme c'est à la naissance des vallons que se trouvent ces cols ou ports qui facilitent les moyens de les franchir, on s'attachera à en exprimer parfaitement les détails, et à mettre sous les yeux tout ce qui peut concourir à les protéger.

Si la suite des montagnes que l'on veut décrire est assez étendue pour que l'on s'occupe d'un plan de défense, on dira comment une armée pourroit s'y établir, quelles seroient ses communications, les endroits où elle pourroit faire des abatis, sur quels points elle placeroit des redoutes, quels chemins elle auroit à détruire, et l'on exposeroit généralement toutes les ressources dont elle seroit à même de disposer pour se retrancher avec sûreté.

Le choix des positions, dans les montagnes, demande le coup-d'œil le plus militaire; la moindre faute peut devenir irréparable, quand on a à combattre un ennemi éclairé; il faut lui ôter toute possibilité de vous tourner, de vous forcer ou de vous renfermer; les obstacles seront fortement marqués, on doit les saisir avec intelligence, et joindre l'art à la nature pour

les fortifier particulièrement et les lier à la ligne totale de défense.

Il sera fort essentiel encore, en imaginant le pays au pouvoir de l'ennemi, de faire connoître comment on pourroit parvenir à le traverser. Au sein des montagnes les plus escarpées, on découvre toujours quelques routes pratiquables, qui, au moyen d'attaques simulées sur d'autres points, peuvent servir au passage des troupes. Les guides, pris le plus souvent parmi les habitans du pays, ne remplacent jamais à cet égard les cartes et les mémoires; leur ignorance, leur imposture et leur manière de voir tout-à-fait étrangère aux rapports militaires, exposent à une infinité de dangers, dont le moindre est toujours de voir échouer ses projets.

Les montagnes qui ne sont que des plaines élevées, exigent des comptes aussi exacts et des observations peut-être plus judicieuses. Dans les premières, tout est caractérisé, la nature bien développée indique elle-même les moyens de défense; dans celle-ci, les traits beaucoup moins prononcés laissent bien plus à l'arbitraire, et la manière d'en profiter varie comme les degrés d'expérience. L'essentiel est d'exposer avec clareté tout ce qui est contenu dans les différentes masses entourées par des rivières, des ruisseaux ou d'autres obstacles; de décrire les vallons qu'elles forment, les plaines qu'elles renferment, et de bien faire connoître les rapports qui les lient les unes aux autres, et tous les défilés qui leur servent d'issues. Les avantages de chaque portion de terrain, outre sa force absolue, dépendent beaucoup de tout ce qui l'avoisine, et c'est dans le système supposé des mouvemens de l'ennemi, que l'on fait encore mieux sentir toutes ces relations.

DES EAUX.

(135.) La largeur des rivières et des ruisseaux, la rapidité, leur profondeur, leur fond vaseux ou couvert de graviers, les différentes hauteurs de leurs rives, les temps de leurs crûes et les changemens de toutes ces données dans l'étendue de leurs cours; voilà les premiers objets de l'article des eaux. On détaillera avec soin les endroits où elles sont guéables, la quantité de bateaux que l'on peut y trouver, la solidité des ponts qui les traversent, les parties où l'on pourroit en jeter de nouveaux, et le genre de travaux que l'on pourrait faire pour conserver ces communications. Les villes, les villages, les châteaux, les moulins, les écluses, les bois, les haies, etc. qui appartiennent à une rivière ou à ses bords, doivent être décrits avec la plus grande exactitude, ou récapitulés avec des renvois aux articles dans lesquels il en est fait mention. La nature des lacs et des terrains marécageux, les moyens de les dessécher, s'ils en sont susceptibles, la manière d'arrêter des inondations ou de les occasioner, l'ordre des écluses dont on se sert pour naviguer sur les canaux, tous ces détails méritent, ainsi que beaucoup d'autres, la plus grande attention, et c'est à celui qui reconnoît à réunir tous les renseignemens utiles qui appartiennent à son travail.

Une carte bien levée et un mémoire qui calcule avec précision le fort et le foible de tout ce qui concerne une rivière, mettent à même de juger de ce qu'il faut faire pour en empêcher le passage; on sera le maître cependant de supposer des entreprises sur leurs points les plus intéressans, et de s'exercer à

déployer tous les efforts et toutes les ruses qu'un ennemi peut tenter contre un corps de troupes destiné à les défendre. Cette méthode d'analiser ainsi tous les obstacles, en les menaçant tous également, et en mettant en œuvre tous les moyens capables de les forcer, oblige de planer sur leur ensemble, et accoutume à voir les objets de la manière la plus militaire.

DES VILLES.

(136.) On a environné les villes de murs pour se soustraire à des tentatives imprévues; on a élevé des remparts pour se créer des asyles contre les entreprises soutenues d'un ennemi; l'expérience a disposé leurs contours en parties saillantes et rentrantes, pour qu'elles se défendent mutuellement, et le besoin de s'opposer à de nouvelles armes, a développé les ressources d'un art qui n'a de bornes que celles du génie. Le mérite d'une simple enceinte, quand la ville est bien située, est de servir de poste et de retarder quelque temps les efforts des assaillans, pour donner le moyen de lui préparer de nouveaux obstacles. La destination d'une place de guerre est toujours la résistance d'un petit nombre d'hommes contre les attaques d'un plus grand nombre, et de couvrir, par les ouvrages qui la défendent, une étendue déterminée de pays. C'est à celui qui fait un mémoire local et militaire, à examiner ce que l'on doit attendre de chaque ville en particulier, et si elle répond aux vues qui ont dirigé son emplacement et la construction des fortifications. Une juste évaluation de la bonté primitive de ses parties, ainsi que l'exposition détaillée de leur état actuel, mettent à même de juger de

son degré de force réelle, et des changemens ou réparations qu'il y auroit à faire pour en augmenter la défense. On se rappellera, dans ces examens, que le vrai but des fortifications est de compenser ce qui manque à quantité de bras, et l'on ne présentera point de ces projets qui supposent des armées entières pour défendre une ville de guerre. Il est inutile de se renfermer, si l'on est en état de tenir la campagne, et l'art des savantes manœuvres, du choix des positions, l'emporte de beaucoup sur l'art de hérisser la terre de bastions, et d'enchaîner des armées pour les rendre absolument passives.

DES VILLAGES.

(137.) Après avoir traité des villes et donné leur description, sans la surcharger de ces détails qui sont nécessairement connus, lorsqu'elles nous appartiennent, on fera voir tout ce que les villages, les haies qui les couvrent, les murs qui entourent leurs jardins, et les grandes fermes qui s'y rencontrent peuvent présenter d'intéres ant. Souvent un seul cimetière devient, par sa position, par son enceinte et par le secours de l'art, un ouvrage de fortification où l'on peut se défendre avec beaucoup d'avantage. Chaque local particulier a des moyens de défense qui lui appartiennent, et qu'il faut avoir l'art d'appercevoir et le soin d'indiquer. Des chariots placés à propos, des abatis de bois bien disposés, servent quelquefois à disputer long-temps un terrain qui eût été emporté de suite.

A cet article, on ajoutera un détail complet des châteaux forts et des maisons isolées, environnées de fossés et de murs, qui sont répandus dans la cam-

pagne, et l'on mettra à portée de juger de la valeur de tous les postes de ce genre que peut offrir un pays.

DES CHEMINS.

(138.) Il ne suffit pas de présenter les difficultés de toute espèce dont chaque lieu peut être susceptible, la connoissance exacte des communications et du temps que l'on emploie à les parcourir, est indispensable à un général pour combiner les mouvemens des troupes. On donnera donc un état circonstancié de toutes les chaussées que l'on aura reconnues, des chemins intermédiaires qui pourroient être intéressans par les points essentiels où ils conduisent, et des chemins en corniches ou en tourniquets qui se trouvent dans les montagnes. Les suites de hauteurs qui bordent une route, ont des relations avec elle qu'il est nécessaire d'exposer; il faut savoir si elle est commandée par la campagne, ou si elle la commande elle-même; enfin la largeur, les encaissemens, les pas dangereux, les réparations à faire aux ponts pour le transport de l'artillerie, sont autant de détails qu'il ne faut point omettre.

Pour faire marcher une armée d'un lieu à un autre, il n'y a souvent qu'un seul chemin, et l'on est obligé alors de reconnoître et d'ouvrir des passages aux différentes colonnes; cet inconvénient doit être prévu, et d'après les suppositions de marche qui seront dictées par le local lui-même, on indiquera la trace des colonnes sur lesquelles l'armée pourroit se porter. Lorsqu'il sera question, sur la frontière ou sur la côte, de pratiquer quelque nouvelle route, on examinera qu'elle doit être sa direction pour qu'elle réponde aux vues du commerce, sans présenter des issues trop

favorables à l'ennemi, ou les moyens d'intercepter nos communications; on cherchera à la rendre la plus facile possible; on la placera du côté où il seroit aisé de changer sa direction, dans le cas où l'on y trouveroit quelque avantage pour le passage ou défilé d'une armée.

DES BOIS ET DES HAIES.

(139.) Les forêts, les bois et les haies qui couvrent la campagne, sont des obstacles trop importans pour ne pas en détailler la nature; des haies, telles que celles des ci-devant Bretagne et Normandie sont seules autant de parapets d'un excellent profil, qui peuvent servir à disputer le terrain pied-à-pied, et à ralentir singulièrement, ou même rendre impossible, la marche d'un ennemi; elles offrent en beaucoup d'endroits une suite de postes que l'on peut défendre avec très-peu de monde; car celui qui voudroit les forcer, ne pouvant juger de la quantité d'hommes en état de lui résister, ne marche et n'attaque qu'avec incertitude; il redoute à chaque instant des surprises, et la crainte de se voir couper la retraite, l'oblige de se retirer, ou donne le temps aux troupes d'arriver et de tomber sur lui avec avantage; c'est surtout sur les côtes que l'on peut employer avec succès de semblables retranchemens. De simples paysans conduits avec intelligence, peuvent arrêter assez long-temps l'effort d'un ennemi, et, rendant son attaque inutile, lui faire manquer son entreprise, ou tout au moins laisser le loisir de rassembler contre lui des forces plus puissantes.

Il faut indiquer si les bois sont fourrés ou s'ils sont clairs, quelles espèces d'arbres les composent, et

dans quel sens on peut les traverser. Leur position, leur étendue et leur différente épaisseur décident de la manière d'en faire usage. Ici ils offrent une barrière impénétrable, en couvrant des ruisseaux et des vallons; là, ils servent à appuyer les ailes d'un camp, et à en étendre le front; ailleurs leur proximité met à portée d'employer les abatis des arbres à faire des palissades, pour augmenter la force d'un retranchement; partout ils fournissent à de petites troupes les moyens de se poster avantageusement pour attaquer à l'improviste, ou pour se défendre avec avantage contre des forces supérieures.

DES CÔTES.

(140.) La description des côtes renferme une infinité d'objets, tous plus essentiels les uns que les autres; tantôt elles sont hérissées de rochers plats, qui rendent leur abord plus ou moins dangereux; tantôt elles sont bornées de falaises qui en interdisent absolument l'accès. Quelques-unes de leurs parties, entièrement développées et découvertes, présentent la plus grande facilité pour la descente; d'autres, par leurs formes rentrantes offrent des anses et des ports pour mettre les vaisseaux à l'abri des grands vents. L'art a profité des caps et des pointes pour y établir des forts, ou de simples batteries qui flanquent les endroits accessibles. Les îles adjacentes sont devenues des ouvrages avancés qui servent de barrières aux tentatives de l'ennemi; tout présente dans une étendue un peu considérable de côtes, une variété d'accidens qui demande l'ordre le plus suivi et les notions les plus exactes, d'après les propres observations et les rapports des marins éclairés. La nature des vents

qui sont nécessaires pour l'entrée et la sortie des ports, ainsi que tous les avantages et inconvéniens de chacun d'eux, doivent être spécifiés. On expose tout ce qui caractérise les endroits accessibles, et les temps de marée qui sont plus ou moins favorables à leur approche. On rend compte de l'état actuel de tous les forts qui protégent la côte, des batteries, des corps-de-gardes et de toutes les pièces d'artillerie qui peuvent s'y trouver; on indique quels sont les lieux où l'on pourroit faire de nouvelles constructions, d'une position plus favorable aux parties qui sont à défendre; on recueille avec soin les différens projets qui ont été faits pour améliorer tel ou tel port, relativement à la guerre et au commerce, et pour le mettre à l'abri de toute insulte, soit du côté de la mer, soit du côté de la terre; on en donne une analise, et l'on conclut soi-même par l'exposé de ce que l'on croit le plus propre à remplir ces différentes vues; on calcule les forces que peuvent fournir, dans un moment de surprise, les canonniers gardes-côtes, en attendant que les troupes réglées se soient portées, s'il en est besoin, sur les points attaqués. Les effets que produisent les marées sur les rivières qui ont leur embouchure dans la mer, l'ordre et le temps des différens changemens qu'elles leur font éprouver, et l'influence qu'elles ont sur leur passage, exigent que l'on en rende un compte exact. Enfin mille autres détails, qu'une rade, un chenal, un mouillage, etc. peuvent présenter à une vue exercée, et qu'une instruction aussi générale que la nôtre ne nous permet pas de parcourir, servent à completter cet article et à établir d'une manière sûre le vrai système de défense qui appartient à une partie de côtes quelconque.

DES CAMPS.

(141.) Dans un mémoire relatif à une carte militaire, il ne sera pas question, en traitant des camps, de faire mention de tous les emplacemens que peut occuper une armée; on n'aura pour objet que de réunir le plus de lumières possibles sur les positions essentielles que l'on peut prendre dans un pays, lorsqu'on s'y propose quelque entreprise, ou sur celles qui serviroient à en défendre l'entrée, en couvrant à la fois tous les endroits par où l'on tenteroit d'y pénétrer : ce n'est donc que de ces deux sortes de camps, que l'on aura à parler. Dans les premiers, tout doit être relatif aux points qu'il faut attaquer; on s'y établit pour observer les mouvemens de l'ennemi, on lui donne de la jalousie sur toutes les parties environnantes, et l'on profite de ses moindres fautes pour se porter en avant et opérer l'exécution de ses projets. Dans les seconds, tout se rapporte aux points qu'il faut défendre; on cherche, pour en protéger l'ensemble, à n'avoir que des lignes droites à parcourir, tandis que l'ennemi est obligé de décrire des arcs; on augmente les obstacles du front et des flancs, par des bâtardeaux et des retranchemens, et l'on se ménage une retraite assurée sur ses derrières, en cas que l'on fut près d'être tourné. Il est nécessaire, dans les uns et dans les autres, de bien développer les moyens d'établir ses subsistances, et d'empêcher qu'elles ne soient interceptées. On emploie, autant qu'il est possible, les ruisseaux pour couvrir le front des camps, et les marais ou les bois impraticables pour en appuyer les ailes. La description la plus exacte doit par conséquent expliquer tout ce qui concerne ces diffé-

rentes barrières, afin de mettre une armée à l'abri de toute surprise. Il faut faire connoître quelle est la profondeur d'un camp, quel est son champ de bataille, si les eaux, dont on peut disposer, sont d'une bonne qualité, et si elles ne sont point de nature à tarir. Aucune obscurité ne doit régner sur les notions que l'on donne; car c'est des bonnes positions, et de l'art d'en tirer parti, que dépend le succès des campagnes : toute erreur, à cet égard, est capable d'entraîner les plus grands désordres, et l'on ne sauroit mettre trop d'exactitude dans les reconnoissances que l'on en fait, et dans les comptes que l'on en rend.

DES PRODUCTIONS DU PAYS.

(142.) Toutes les ressources qu'un pays peut offrir en grains, en vin, en bestiaux, en bois, en fourages, etc. doivent être comprises dans un état clair et précis, que l'on puisse consulter avec confiance; on y joindra le nombre d'habitans dont les bras peuvent être appliqués aux travaux de force, ainsi que la quantité de voitures et bêtes de charge dont on seroit à même de disposer, et cet article terminera la partie locale du mémoire.

C'est à l'intelligence à créer le reste de l'ouvrage, elle appellera à son secours toutes les connoissances qui peuvent donner plus d'essor à sa marche; elle n'opposera point un ennemi foible et ignorant à un général éclairé, qui profiteroit à chaque moment de ses fautes; il en est des suppositions sur le papier, comme des exercices d'un camp de manœuvres. On ne présente de vraies images de la guerre, qu'autant que les forces opposées combinent tous leurs mouvemens, d'après les formes du terrain. L'ennemi n'aura

de succès qu'en raison de sa supériorité, et ses avantages serviront à développer l'art qu'une résistance éclairée sait employer pour transformer chaque objet en obstacle.

DES QUARTIERS D'HIVER.

(143) Les différens mémoires qui accompagnent une suite de portion de cartes, sont les études d'un tableau général, que l'on pourra tracer ensuite, pour former un système complet de défense, sur toute l'étendue d'une côte ou d'une frontière. C'est dans ce tableau qu'entrera naturellement, si l'on s'en occupe, l'examen de tout ce qui peut regarder l'établissement des quartiers d'hiver. On se rappellera, en exposant ses moyens, qu'il doit y avoir des communications assurées entre tous les quartiers d'une armée, qu'ils ne doivent pas couvrir une trop grande étendue de pays, pour que les troupes soient à portée de se secourir réciproquement, et de se rassembler, s'il est possible, sur le champ de bataille, avant que l'ennemi pût tenter de les enlever séparément. Il faut déterminer les villes où l'on pourroit établir ses magasins, et les fortifications qu'elles demanderoient pour éviter les surprises, et tenir avec sûreté, pendant un certain nombre de jours, contre les attaques les plus vives. Enfin, on y donnera un état circonstancié des travaux à faire dans chaque quartier, et de tous les forts et autres ouvrages nécessaires à construire sur les rivières, les marais et autres obstacles qui interceptéroient les communications.

L'utilité qui résulte des travaux faits en temps de paix est certainement réelle, sous le rapport des notions en tout genre que peuvent en recueillir les gé-

néraux, mais leur vrai point de vue doit être de former des sujets qui connoissent eux-mêmes tous les détails d'un pays, et qui acquièrent l'habitude de voir tous les terrains d'une manière militaire, et avec la plus grande célérité possible.

La lenteur à la guerre est incompatible avec ce que l'on attend d'un officier chargé de reconnoître. Il ne s'agit pas de plaire par des dessins finis et des mémoires bien écrits, il est question d'éclairer par des croquis rapides et par des notes aussi simples que judicieuses. Il est donc essentiel de s'exercer souvent à ce genre de travail pour en contracter l'habitude, sans négliger cependant la perfection du dessin qui est la base des bonnes esquisses, comme celle des ouvrages achevés.

DES LANGUES.

(144.) Les langues étrangères devroient faire partie des connoissances que l'on se propose d'acquérir en entrant dans la carrière militaire. Les yeux ne saisissent, pour ainsi dire, que la surface, et qu'un seul instant des objets; mais ces objets peuvent changer d'un moment à l'autre. C'est des gens du pays qu'on parvient à connoître ces changemens. Eh! comment les consulter, et en tirer habilement ce que leur propre intérêt les engage souvent à cacher, si l'on ne peut le faire que par le secours d'un interprête?

Tel est le cercle que la théorie et la pratique doivent tracer autour de chaque élève. L'étendue du rayon dépend de son application et de son aptitude Nous n'avons considéré les talens que relativement aux fonctions militaires qui appartiennent à son état;

mais, il ne suit point de-là que nous voulions fixer des bornes à l'essor dont ils sont susceptibles en tout autre sens. Nous nous permettrons même, avant de terminer cet article, de jeter un coup-d'œil sur les recherches, aussi agréables qu'utiles, auxquels il pourroit se livrer en mettant à profit les momens dont il jouiroit.

DES TRAVAUX ACCESSOIRES.

(145.) Rien n'empêcheroit un jeune officier, en temps de paix, de joindre, à ses travaux ordinaires, des mémoires particuliers sur tout ce que le commerce, la politique, les arts, la nature et les monumens anciens pourroient lui offrir d'intéressans dans les pays où il seroit employé. La nécessité de parcourir successivement tous les points d'une surface, lui fait appercevoir une infinité d'objets qui doivent échapper aux recherches rapides du voyageur, et aux yeux rarement éclairés de l'habitant.

Le commerce soumettroit à ses observations le projet d'un canal de navigation, le choix de son emplacement, la direction d'une chaussée, l'établissement d'une manufacture, l'exploitation d'une mine, l'amélioration de la culture, le desséchement des marais, le défrichement des landes, et tous les moyens généralement quelconques qui peuvent concourir à augmenter son énergie.

La politique offriroit à ses jugemens les différens objets d'échanges que les Puissances voisines seroient dans le cas de se proposer sur les frontières. Il détermineroit leur valeur absolue et les relations encore plus importantes qui les lient à la guerre et au commerce, et ses remarques mettroient à même de com-

penser avantageusement par des accessoires essentiels des pertes apparentes, qui sembleroient n'appartenir qu'à une négligence de vérification.

Les arts lui apprendroient tout ce que peut l'industrie appliquée aux besoins de l'homme, et il s'accoutumeroit à bien analiser l'organisation d'une machine utile, et à calculer si les effets répondent à l'emploi des forces et du temps.

Quelle variété d'aspect lui présente la nature, et pour le récréer et pour l'instruire! Il examine tour-à-tour les différentes espèces de métaux, de fossiles, de pierres, de terres, les propriétés particulières des eaux, les productions rares en tout genre, les inscriptions respectées par le temps; et de toutes ses découvertes, il forme une collection de matériaux précieux, où le naturaliste et l'historien peuvent puiser des lumières.

Non-seulement tous ses pas sont utiles, mais son jugement se perfectionne par cet exercice, et l'habitude de voir les objets sous tous leurs rapports possibles, donne encore plus d'essor à son intelligence. La guerre, qui est un métier pour les uns et un art pour les autres, devient la plus vaste science quand le génie préside à ses opérations. Tous les talens, toutes les connoissances humaines sont les instrumens qu'elle emploie pour préparer et pour assurer ses succès (1).

---

(1) Cet article, qui est de M. Joly, ingénieur-géographe, a été extrait de l'Encyclopédie méthodique.

CHAPITRE II.

DES PLANS TOPOGRAPHIQUES.

(146.) Une autre partie de la science de l'ingénieur, beaucoup plus importante qu'on ne croit communément, c'est la levée des plans topographiques. Indépendamment des grands objets d'utilité militaire, la levée du terrain est le meilleur moyen que l'homme de guerre ait pour se former un coup-d'œil. Un officier, à la vérité, peut sans théorie acquérir par habitude le talent de bien lever le terrain, être un bon dessinateur, mais il n'en reste pas moins toute sa vie une machine topographique; au lieu qu'un jeune homme, doué de jugement et de pénétration, en s'appliquant à cette partie, s'élèvera au-dessus de la routine, et deviendra un officier très-utile.

Il y a une grande différence entre un plan exact, et un plan bien ou proprement dessiné. Indépendamment de l'exactitude, le grand mérite d'un plan consiste à faire connoître la disposition du terrain, de façon que le plan en soit un véritable portrait, surtout quant aux élévations. Toutes les autres variétés peuvent s'exprimer par des contours et des caractères dont la forme est tout-à-fait indifférente; de simples couleurs, ou plus simplement encore une plume et de l'encre de la chine sont suffisans pour exprimer tout ce qu'on peut rendre sur un plan.

On a publié, depuis une vingtaine d'années, différentes cartes topographiques qui peuvent servir de modèle; elles donnent dans le plus grand détail toutes

les indications nécessaires pour la représentation des différentes parties qui entrent dans la composition d'un plan. On peut consulter particulièrement celle de la ci-devant Bourgogne, faite par ordre des Élus, sous la direction de Gauthey; et celle de la ci-devant Guyenne, par M. Belleyme.

Les dessins se divisent en cartes et en plans; cependant il n'y a que la grandeur de l'échelle, et la possibilité qui en naît d'exprimer plus ou moins de choses qui forment cette différence; 1.° les cartes géographiques servent au coup-d'œil général des pays, à la connoissance de leurs limites, de la position et de la distance des endroits principaux, du cours des rivières, de la situation et de la grandeur des lacs, etc. Quoiqu'on ne puisse point en attendre des connoissances tout-à-fait détaillées, elles sont indispensables pour embrasser d'un coup-d'œil l'ensemble des parties. Lorsqu'elles sont exactes, on peut aussi s'en servir dans la confection des plans, et dans l'examen sommaire des contrées; 2.° on exige d'un bon plan militaire, premièrement que tous les objets y soient dessinés dans leur véritable situation et proportion; secondement, qu'on y puisse distinguer les objets suivans.

I. La nature du terrain, savoir, si c'est, 1.° terres labourables; 2.° prairies; 3.° bruyères; 4.° terrain sec ou humide; 5.° marais.

II. Toutes les hauteurs, et à cet égard; 1.° leur configuration exacte; 2.° partout le degré et la longueur de leurs talus; 3.° l'étendue du plateau.

III. Quant aux bois; 1.° bois à feuilles ou à pointes; 2.° s'il est clair ou épais; 3.° haute futaie ou

taillis, ou seulement buissons; 4.° si le sol en est sec ou marécageux; 5.° où il y a des carrières.

IV. Quant aux rivières; 1.° toutes les sinuosités; 2.° tous les endroits, notamment plus larges ou plus étroits; 3.° toutes les îles et leur sol; 4.° tous les ponts, et s'ils sont de pierre ou de bois; 5.° tous les gués; 6.° tous les moulins et autres constructions hydrauliques.

V. Quant aux chemins, si ce sont 1.° de grandes routes, des chemins de traverse, ou des sentiers; 2.° s'ils sont creux; 3.° bordés de haies ou d'arbres.

VI. Quant aux villes et villages; 1.° toutes les rues, et leur largeur proportionnelle; 2.° les portes et les places; 3.° les principaux édifices; 4.° les églises et les cimetières.

VII. Il faut aussi marquer soigneusement tous les objets isolés, comme maisons, chapelles, pierres milliaires, arbres, etc.

VIII. Il faut encore écrire soigneusement les noms des montagnes, des fleuves, des bois, etc.

Mais parmi toutes ces choses, il en est une foule qu'on ne sauroit exprimer absolument, ou qu'on ne peut le faire qu'imparfaitement sur un plan. Il faut, ou les noter dans un mémoire ajouté au plan, ou tâcher de les désigner par un moyen quelconque.

Ainsi, par exemple, il faut ou détailler dans un mémoire, ou employer des signes conventionnels pour désigner.

I. A l'égard du sol; 1.° s'il est fertile ou non; 2.° à quel degré il est marécageux; 3.° s'il l'est toujours ou dans telle saison seulement; 4.° si l'on peut aisément en faire écouler l'eau, ou l'y conduire.

II. A l'égard des bois, à quels points ils forment des défilés difficiles.

III. A l'égard des hauteurs; 1.° lesquelles dominent les autres, et à quels points; 2.° de quelles montagnes on peut voir fort loin, et vers quel côté.

IV. A l'égard des fleuves; 1.° si leur fond est vaseux, pierreux, ou de gravier; 2.° si ce fond change à de certaines époques; 3.° si les gués sont constans ou variables; 4.° si le fleuve déborde dans certaines saison, jusqu'où, et quels sont les suites de ces débordemens; 5.° s'il s'écoule alors promptement, ou non; 6.° s'il est aisé de le barrer, où, et par quel moyen; 7.° si en nettoyant son lit, ou celui des eaux qu'il reçoit, on peut y faire entrer plus d'eau; 8.° à quel point les constructions hydrauliques qui s'y trouvent, peuvent faciliter ou empêcher toutes mesures de ce genre; 9.° si le fleuve est encaissé, ou non; 10.° où sont les endroits les plus commodes pour établir des ponts; 11.° si les ponts qui s'y trouvent sont grands, larges ou étroits, petits ou mesquins, solides ou en ruines, bien ou mal construits, faciles ou difficiles à réparer, quels ouvrages seroient nécessaires pour les défendre.

V. A l'égard des chemins; 1.° si les grandes routes sont pavées ou de chaussées, bonnes ou ruinées, de quelle largeur; 2.° si les inondations ou d'autres causes les défoncent aisément; 3.° quelle influence le sol a sur les chemins, suivant les différentes saisons; 4.° lorsqu'ils sont ruinés, si l'on peut aisément les raccommoder ou non; 5.° enfin, si l'on en peut facilement changer la direction, ou en pratiquer de nouveaux.

VI. A l'égard des défilés; 1.° leurs exactes longueurs

et largeurs, et la nature du chemin qui les traverse; 2.° si l'on peut les tourner, et par où; 3.° comment on peut en défendre l'entrée, et en gagner ou en couvrir les débouchés.

VII. A l'égard des villes et des villages; 1.° à quel point il sont tenables ou faciles à mettre en état de défense; 2.° comment il faudroit les attaquer; 3.° quels avantages on pourroit attendre de leur situation; 4.° si les villages sont susceptibles de défense; 5.° l'état actuel de l'église, du cimetière et des meilleures maisons; 6.° à l'égard des uns et des autres, le nombre des maisons et des écuries, et la grandeur de leur territoire; 7.° en quoi consiste leur industrie.

VIII. Enfin, celui qui connoîtra son art fera des observations; 1.° sur les positions à prendre, et leurs différens rapports; 2.° sur le nombre des troupes auxquelles elles conviennent, et ce qu'il faut faire pour les protéger et renforcer, etc.

CHAPITRE III.

De la manière de lever le plan d'un camp (1).

(147.) On ne propose ni l'usage du graphomètre, ni celui de la boussole pour lever ces plans, la planchette est l'instrument qu'il faut employer pour cela, afin d'éviter les brouillons et de gagner le temps que l'on mettroit à en faire le rapport.

Pour lever ces sortes de plans, on s'établit d'abord

(1) Dans le cours des deux dernières parties de ce Traité, on a pu dire ou exposer à peu près les mêmes choses en différens endroits, afin d'éviter les recherches de ce dont on a besoin à l'endroit même.

à l'un des bouts d'une des lignes du camp; de-là, on trace sur le papier un rayon dirigé sur chacun des objets du pays, et aussi un rayon parallèle au front de bandière de cette ligne, au bout de laquelle, pour cet effet, on établit un signal, s'il ne se trouve rien qui puisse en servir. Selon cette direction, on mesure la longueur de ce front de bandière, faisant en même temps des stations où elles conviennent pour déterminer sur le papier la position des objets qui sont aux environs et dans le camp, et de la même manière le lieu de quelques-uns des corps de troupes qui forment cette ligne :

PAR EXEMPLE,

Imaginons qu'on veuille lever le plan d'un camp représenté (*fig.* 42), on s'établira au point *A*; de son correspondant *a* sur la planchette (*fig.* 43), on dirigera un rayon à chacun des clochers *B*, *C*, *D*, de même qu'aux tours, moulins à vent, maisons, chapelles et autres édifices qu'on appercevra de ce point *A*. De *a* aussi, on enverra un rayon à la droite *E* de l'aile de cavalerie placée à la droite de la première ligne de l'infanterie, on le fera mesurer; on prendra sur l'échelle du plan la même mesure que l'on portera de *a* en *e*, sur le papier (*fig.* 43); on dirigera un autre rayon dans la situation de la ligne *AF*, prise parallèlement, autant que cela se pourra, au front de bandière, sur laquelle sera mesurée la base, en continuant d'opérer. Si dans la direction de cette base, il y a des inégalités, comme des élévations, des pentes, etc., on aura soin de mesurer leur étendue de niveau, afin d'éviter les erreurs qui se glisseraient dans la suite du travail sans cette attention.

Pendant que la planchette est encore dans la même situation, on y tracera la ligne du nord de l'aiguille aimantée, afin de pouvoir lever ce plan, en n'y faisant mesurer que très-peu de chose; on aura soin de faire mettre quelques signaux le long de la direction *AF*, et on n'oubliera pas d'en faire planter un au point *A*, dès qu'on le quittera.

On ira au point *G*, en faisant mesurer dans l'alignement *AF* la distance *AG*, pour placer sur le papier le point correspondant *g*; et après l'avoir mis dans la verticale du point *G* qu'il représente, et avoir bien orienté la planchette, de ce point *g*, on tracera un rayon dans la direction du clocher *B*, un autre dans la direction de l'avenue *GH*, un rayon dirigé à la gauche *K* de l'aile de cavalerie, enfin un autre à la droite *L* de l'infanterie en première ligne : on fera mesurer ces deux derniers pour déterminer sur le papier les points *k* et *l* qui correspondront aux points *K* et *L* du terrain; on tirera la ligne *e k*, on la divisera en autant de parties égales qu'il y a d'escadrons à cette aile, en observant cependant les intervalles qui se trouveront entre les régimens; à la ligne *ek*, et à une distance égale à la profondeur de ce camp, on mènera une parallèle; on tirera par les points de division des perpendiculaires entre ces parallèles, et on aura le camp de cette aile de cavalerie : on liera tous les escadrons du même régiment par une accolade, au milieu de laquelle on écrira le numéro.

Continuant de mesurer la base, si on juge à propos de s'établir au point *M*, parce que de-là on pourra couper, par précaution, les rayons envoyés sur quelques-uns des objets vus du point *A*, on prendra d'abord sur l'échelle du plan le même nombre de

mètres qu'on aura trouvé entre *G* et *M*, on les portera du point *g* sur la ligne *af*, afin d'y avoir le point *m* qui correspondra au point *M* du terrain; ces deux points étant accordés l'un sur l'autre, et la planchette bien orientée, et rendue immuable, du point *m*, on tracera sur le papier un rayon dirigé au clocher *B*, et un rayon dirigé au clocher *C*, lesquels coupant les rayons envoyés de *A* sur ces mêmes objets, en donneront par conséquent la position aux points de section *b* et *c*, etc. De ce point *m* encore, on tracera un rayon selon la direction du chemin qui passe au point *M*; on divisera la distance *lm* en autant de parties égales qu'il se trouvera de bataillons entre *L* et *M*, *observant toujours les intervalles entre eux et entre les régimens, ou au moins entre les bataillons;* et on joindra le nombre de bataillons qui appartiendra au régiment par une accolade où l'on placera son numéro.

On continuera la mesure de la base le long de l'alignement *A F*, et, parvenu au point *N*, on placera sur le papier son correspondant *n;* on fera accorder ces deux points *N*, *n*, et aussi les alignemens correspondans *A F*, *af*, en orientant bien la planchette qu'il faut ensuite rendre immobile.

Du point *n*, on mènera sur le papier un rayon dirigé à la gauche *P* de l'infanterie en première ligne, et un rayon dirigé à la droite *Q* de l'aile gauche de cavalerie; on fera mesurer ces rayons *NP*, *NQ*, pour placer sur la planchette les points correspondans *p*, *q*: cela fait, on achèvera de tracer la ligne *lp*, on lui mènera une parallèle à distance égale à la profondeur du camp de l'infanterie; on partagera le reste de cette ligne d'infanterie en autant de parties égales (*eu égard*

aux intervalles) qu'il y aura de bataillons entre *M* et *P*: des points de division marqués sur *lp*, on tirera des perpendiculaires entre cette ligne et sa parallèle, et on aura le plan du camp de l'infanterie en première ligne; au milieu de l'accolade qui contiendra les bataillons du même régiment, on y écrira son numéro.

Du point *n* encore, on tracera sur la planchette un rayon dirigé sur chacun des objets *B*, *C*, *D*, *T*, vus du point *N*, afin d'en confirmer la position qui en aura été donnée par les premières opérations.

Enfin on poursuivra la mesure de la base jusqu'en *F*, et alors le même nombre de mètres que l'on trouvera de *N* en *F*, étant porté de *n* sur l'alignement correspondant, y donnera le point *f*, qui représentera celui *F* du terrain.

La planchette étant arrangée de façon que le point *f* soit sur son correspondant *F*, et la ligne *af* parfaitement d'accord avec *AF*; du point *f*, on tracera sur le papier un rayon dirigé au point *T*, lequel coupant le rayon qui y a été envoyé du point *N*, en donnera par conséquent le lieu au point *t* de leur section; de ce point *f*, on y tracera aussi un rayon dirigé sur le clocher *B*, un rayon dirigé sur le clocher *C*, un rayon dirigé au clocher *D*, qui (*si on n'a pas fait d'erreur dans les opérations précédentes*) doivent chacun confirmer l'objet sur lequel ils sont envoyés dans sa position déterminée par la rencontre des premiers rayons; on tracera encore de ce point *f*, un rayon dans la direction de la gauche *R* de l'aile gauche de cavalerie, placée en première ligne, et un rayon à la droite *S* du corps de dragons campé sur le côté; on fera mesurer ces deux rayons

FR, *FS*, afin d'en marquer sur le papier l'extrémité correspondante *r* et *s*; on partagera *qr* en autant de parties égales (*observant les distances entre les corps*) qu'il y a d'escadrons à cette aile gauche; on menera à *qr*, et à distance convenable, une parallèle; entre ces parallèles, et par les points de division, on tirera des perpendiculaires, et on aura ce camp de cavalerie que l'on distinguera par régimens, dont le numéro sera écrit, comme on l'a dit ci-dessus.

Le camp de la première ligne étant levé, on aura le camp des autres lignes, en se conduisant de la même manière le long de leur front de bandière; on l'aura aussi sans rien mesurer, en se servant des points déterminés *B*, *C*, *D*, *T*, supposé qu'on les puisse voir.

On ne doit pas craindre de rencontrer des difficultés à lever le reste de ce camp, sans rien mesurer, c'est-à-dire, en se servant pour cela des objets *B*, *C*, *D*, *T*, et de leur correspondant *b*, *c*, *d*, *t*, exactement placés sur la planchette; on en conviendra sans peine, si on se rappelle ce que nous avons dit dans la seconde partie, ou si l'on fait quelque attention à la répétition qui suit.

Principe fondamental pour lever avec la planchette, sans mesurer le détail.

(148.) Si on met la ligne *bc* dans une situation parallèle à la distance de *B* à *C* qu'elle représente, il est certain que la ligne *BC* du terrain et *bc* du papier pourront être prises pour côtés homologues de triangles semblables formés par les lignes qui passeroient par les points correspondans *B*, *b* et *C*, *c*, et que leur concours sera nécessairement le sommet d'un angle

commun à ces triangles, et que les côtés de l'un de ces triangles seront proportionnels aux côtés de l'autre triangle.

Pareillement la ligne *cd* de la planchette étant mise parallèlement à la distance de *C* en *D* du terrain qu'elle représente, les lignes tirées par *C*, *c*, et par *D*, *d*, iront concourir au sommet d'un angle commun à deux triangles semblables, dont l'un aura *CD* pour base, et l'autre *cd* pour la sienne, et par conséquent leurs côtés homologues qui sont dans la même situation, seront proportionnels.

D'après ce principe, il est aisé de lever sans mesurer aucune partie d'un détail, pourvu toutefois que l'on voie au moins, du même lieu, trois des objets dont la position aura été déterminée sur le papier par de bonnes opérations; il suffiroit de voir seulement deux de ces objets, si on pouvoit toujours être assuré que la planchette est bien orientée. Le troisième objet est donc absolument nécessaire pour faire cet examen; car, si la planchette est bien orientée, par le moyen de l'aiguille aimantée, le rayon qu'on fera passer par ce troisième objet et par son correspondant, coupera les rayons qu'on aura fait passer de la même manière par les deux autres objets et par leur correspondant à leur point de rencontre; alors, on sera certain que ce point de section est à sa place, et que l'aiguille n'a pas varié.

Pour faire encore l'application de ce principe, nous nous en servirons pour continuer de lever le camp supposé.

Etablissons et orientons la planchette à la gauche *V* du corps de dragons (*fig.* 42), alors les distances *bc*, *cd*, *dt* (*fig.* 43), seront chacune parallèles à leur cor-

respondante *BC*, *CD*, *DT* (*fig.* 42); ainsi en mettant l'allidade dans l'alignement du clocher *B* et du point *b* qui le représente sur le papier, et tirant dans cet alignement et du côté de *V* une ligne indéfinie, le point où elle sera coupée par la ligne passant par le clocher *D* et par le point *d* qui le représente, sera le lieu *v* sur le papier qui répondra au point *V* du terrain; de sorte que si l'on tire *sv*, et qu'à une distance égale à la profondeur du camp des dragons, on lui mène une parallèle; que l'on divise le front de bandière *sv* en autant de parties égales qu'il y a d'escadrons; et qu'enfin, on mène par les points de division des perpendiculaires entre ces parallèles, on aura le camp des dragons.

Pour avoir sur la planchette le lieu de la gauche *X* de l'aile gauche de la seconde ligne, on y orientera la planchette, et l'ayant rendue immuable, on continuera la ligne qui viendroit du clocher *B*, et qui passera par son correspondant *b* sur le papier; on continuera une autre ligne qui viendroit du clocher *C* ou *D* du terrain, et qui passera par son correspondant *c* ou *d*. Ces lignes donneront par leur section le point *x*: cela fait, on viendra ensuite orienter la planchette au point *Y*, et où se couperont les lignes que l'on fera passer par les objets du terrain et par leur correspondant sur le papier; on y aura le point *y* qui représentera le même point *Y* du terrain, et par conséquent la longueur du camp occupé par la cavalerie, placée en aile à la gauche de l'infanterie en seconde ligne; de sorte que si l'on divise cette longueur *xy* en autant de parties égales qu'il y a d'escadrons en cet endroit, observant les intervalles, et qu'après lui avoir mené une parallèle à la distance

qui convient, on tire par les points de division des perpendiculaires entre ces parallèles, on aura la position et la distribution de cette aile de cavalerie, dont on marquera la force avec le numéro des régimens, de la manière qu'on l'a dit.

Si au point *Z*, ensuite au point *H*, on établit et on oriente immuablement la planchette; qu'à chacun de ces points *Z*, *H*, on fasse la même opération qu'au point *X* ou *Y*, on aura, par le concours des lignes tracées dans la direction des objets du terrain et de ceux qui leur correspondent sur le papier, la droite *zh* et la gauche *h* de la seconde ligne d'infanterie que l'on soudivisera, comme nous l'avons dit, afin d'en avoir le détail; et ayant écrit le nom des corps qui la composent, on aura sur la planchette le camp de cette infanterie.

Enfin, si on fait les mêmes opérations aux points *A'B'*, et que d'ailleurs on se conduise à l'égard de cette aile droite de cavalerie, comme à l'aile gauche *XY*, on en aura le camp, et par conséquent celui de toute l'armée supposée.

Quant au détail du terrain occupé par ce camp, on s'y prendra de la même manière pour le figurer sur la planchette, c'est-à-dire, qu'on fera une station à toutes les ouvertures de chemin, ainsi qu'à leur point de retour; de ces stations, on enverra des rayons selon la situation de toutes les choses qui constitueront la nature du pays. (Voyez *ce qui a été dit à la fin de la seconde partie* (chap. VI, art. 94), *où l'on a rapporté la manière de lever le détail sans en rien mesurer.*)

A l'égard des postes et des grand'gardes *C'*, *D'*, *E'*, et de toutes les autres choses distribuées aux en-

virons du camp, pour veiller à sa sûreté, on les établira aussi de la même manière sur la planchette, ainsi que les points F', G', H', K', que l'on choisira sur le bord de la rivière pour en figurer les sinuosités; ces points C', D', E', F', G', H', K', établis sur le papier, on s'en servira en même temps qu'on y sera pour statuer sur la planchette les points L', M', N', O', P', Q', R', S', T', qu'on aura remarqués de l'autre côté de la rivière, en y envoyant deux ou trois rayons de différens endroits d'où ils seront vus.

On a donné ci-dessus (105), la manière de lever le cours d'une rivière avec la boussole, on trouvera ici le moyen d'y parvenir, en se servant de la planchette, avec les développemens nécessaires pour le cas où l'on se trouve.

Supposons que du bord de la rivière, on ne puisse pas voir les objets B, C, D, T, ni par conséquent s'en servir pour la figurer sur le papier, il faudra alors se conduire comme il suit :

Manière de lever le cours d'une rivière, en se servant de la planchette.

(149.) Pour lever le cours d'une rivière avec la planchette, il faut faire une station à toutes les principales sinuosités de cette rivière, et delà diriger des rayons qui se croisent à tous les points remarquables de ses bords, soit pour en remarquer plus exactement la distance, soit pour en mieux donner la figure, soit enfin pour déterminer avec précision des endroits qu'il est essentiel de bien connoître, tels que les ponts, l'entrée et la sortie des gués, l'embouchure des ruisseaux, etc.

Supposons, par exemple, qu'il faille lever le cours de la rivière qui est en avant du camp, il faudra d'abord la lier avec ce camp; pour cet effet, on s'établira au point *A* (*fig.* 42), et *af* (*fig.* 43), étant sur *AF*, on dirigera une ligne à un autre point choisi *C'* sur le bord de la rivière où est une grand'garde; on fera mesurer la distance *AC'* qu'il y aura de *A* à *C'*, afin d'établir d'abord sur le papier le point *c'* qui correspondra au point *C'* du terrain, et on prendra la direction de l'aiguille aimantée pendant que la planchette sera encore en *A*: cela fait, on se transportera en *C'*, où ayant orienté la planchette, on enverra un rayon au bout *L'* de l'île, un autre au point *M'*, un autre au point *N'*, et enfin un rayon à un signal ambulant que l'on fera placer en *D'*, où se trouve une grand'garde et un gué; on fera mesurer ce dernier rayon *C'D'*, afin de donner la même longueur à son correspondant *c'd'*.

Au point *D'*, on établira et on orientera la planchette; de son correspondant *d'*, on tracera sur le papier une ligne dans la direction du point *L'*, une autre dans la direction du point *M'*, une autre dans la direction du point *N'*, une autre dans la direction du bord du gué *O'*, une autre dans la direction du point *P'*, et une autre dans la direction du point *F'*, où l'on aura fait transporter le signal qui étoit en *D'*; alors, par le moyen de la station précédente et de celle-ci, on aura sur le papier les points *l'*, *m'*, *n'*, *d'*, qui correspondront à ceux du terrain; ainsi faisant faire aux lignes que l'on tracera entre ces points les mêmes sinuosités que l'on verra sur le terrain, on aura sur le papier cette petite portion du cours de la rivière, on y aura aussi le point correspondant *F'*, en mesurant la ligne *D'F'*.

Du point F', où la planchette aura été orientée, on tracera sur le papier une ligne dans la direction du bord du gué O', une autre dans la direction du point G', une autre dans la direction du gué Q', et une autre dans la direction du signal qu'on aura fait porter en E', où est une autre grand'garde : cette station, et la précédente, détermineront sur la planchette le lieu de chaque point O', P', ensorte qu'entre $d'f'$ et $o'p'$, on pourra figurer le cours de la rivière tel qu'on le voit sur le terrain, entre les points D', F', O', P'; et en quittant le point F', on fera mesurer la distance qu'il y aura de F' à E', pour placer sur le papier le point correspondant G'.

Si au point E' et aux points G', H', K', X', on fait de semblables opérations, pour avoir sur le papier le gué Q', le confluent R' du ruisseau, la position du pont et celle des points S', T', V', qui sont à l'autre bord de la rivière, on en aura tout le cours, en liant ensemble les points correspondans à ceux du terrain, par des lignes conformes à celle de la nature.

Quant à la figure des ouvrages faits en avant et en-deçà du pont et à celle de tous les autres retranchemens qui seront aux environs d'un camp, nous n'en dirons rien ici; mais le lieu où il sera parlé ci-après de la manière de lever le plan des fortifications passagères y suppléera. On pense avoir suffisamment expliqué la manière de lever le plan d'un camp. Ce travail devant être fait par des ingénieurs militaires, il est nécessaire qu'avant l'action ils prennent, avec toute la diligence possible, le plan du terrain où l'armée est en présence des ennemis : qu'ils l'étendent autant que cela se peut; qu'ils y marquent la disposition des troupes qui y sont rangées en bataille à la tête

de leur camp, et tout ce qui se rencontre, comme l'artillerie distribuée par batteries en plein champ, les postes fermés et autres, les redoutes, les retranchemens, etc.

Pendant l'action ils sont occupés à exprimer tous les principaux mouvemens qu'ils voient faire aux combattans, tant à la droite qu'à la gauche et au centre des armées, autant cependant que l'épaisse fumée de la poudre n'y met pas d'obstacle; et d'ailleurs pour représenter sur le papier ces différens mouvemens, selon l'exacte vérité, ils consultent les officiers généraux qui ont fait exécuter de grands mouvemens aux troupes, et les majors de chaque corps sur les manœuvres particulières qu'ils ont eu ordre ou occasion de faire : et ainsi ils dressent le plan d'une bataille.

Après l'action, et si l'on est maître du champ de bataille, ils le lèvent dans toute son étendue et avec tout le soin possible, s'ils n'en ont pas eu le temps ou la liberté avant le combat; ils expriment jusqu'aux plus petites choses qui sont sur le terrain, et qui servent à reconnoître la position d'une troupe ou le lieu d'une manœuvre.

Manière d'avoir la figure et le détail d'une certaine étendue de pays et d'un poste.

(150.) Il n'est pas toujours possible, lorsqu'on est proche des ennemis, soit à cause des difficultés, soit faute de temps, de lever avec beaucoup d'exactitude; d'ailleurs il suffit quelquefois d'avoir, mais promptement, la disposition d'une certaine partie d'un pays, afin d'y projeter les travaux et les manœuvres défensives

ou offensives qu'on y peut exécuter, eu égard à sa nature.

Dans ce cas, on ne se pique pas de travailler avec une exactitude scrupuleuse, on se contente de parcourir le pays dont il s'agit, et d'en figurer en même temps et à vue les chemins, les villages, les rivières, les ruisseaux, les ponts, et enfin tout ce qu'on y voit, estimant ou mesurant à pas d'homme ou de cheval ce qu'on y feroit mesurer, si on s'y prenoit d'une autre manière. Un pareil travail fait par des personnes intelligentes, est non-seulement très-utile à l'armée, mais encore peut être assujetti à des points déterminés par de bonnes opérations, et tenir sa place dans une carte plus étendue et levée avec soin.

Lorsqu'on est pressé d'avoir le plan d'une maison, d'une ferme, d'une église, ou de tout autre endroit qui peut devenir un poste important, on se contente de former à vue ses angles et sa figure, et d'en mesurer les côtés au pas, ou de les estimer; à l'égard de ses environs, on les trace de même à vue sur le papier, selon le nombre de pas ou l'estime que l'on fait de la longueur des différens retours de chemins, ou des sinuosités des rivières, des ruisseaux ou autres choses semblables.

Moyen particulier dont on peut se servir pour avoir à peu près la largeur d'une rivière.

(151.) Dans une marche précipitée, on a quelquefois besoin à l'armée de connoître la largeur d'une rivière, afin de juger de la quantité de pontons qu'il y faudra lancer pour la traverser, et on n'est pas toujours pourvu des instrumens qui sont nécessaires

pour cela, ou, comme on le suppose, on n'a pas assez de temps pour faire cette opération; mais en toutes choses la nécessité donne des méthodes assez bonnes; pour cet effet, étant sur le bord de la rivière, le chapeau détroussé, on regarde directement son autre rive, de manière que le rayon visuel rase le bord du chapeau; alors retournant la tête sans la hausser ou la baisser, on apporte ce rayon visuel sur la rive où l'on se trouve; ensorte que mesurant au pas, ou autrement, sa longueur, on a à peu près la largeur de la rivière.

CHAPITRE IV.

Principaux articles qui doivent faire l'objet d'un Mémoire relatif à une Carte dressée pour le service militaire.

Les articles suivans peuvent être regardés comme le canevas d'un Mémoire utile en temps de guerre, et dont l'exécution peut servir en plusieurs occasions (1).

(152.) 1.° En considérant les fleuves, les rivières et les ruisseaux, il faut bien examiner la nature de leurs bords et même celle de leur lit, pour faire mention des endroits où l'on pourroit les guéer à pied ou à cheval et y jeter des ponts; il faut prendre garde si les ponts qui les traversent sont de pierre ou de bois, bons ou mauvais, propres à favoriser la mar-

(1) Quoique partie de ces articles aient déjà été indiqués plus haut dans un semblable projet de mémoire, on a cru cette répétition utile à cause de l'importance des objets qui doivent entrer dans le mémoire proposé.

che de l'artillerie et des grandes voitures; s'ils ne peuvent servir que pour des gens à cheval, ou seulement pour des troupes à pied.

2.° Si le pays est borné par la mer, il faut de même en examiner les bords dans le temps des hautes et des basses marées, pour reconnoître s'ils sont susceptibles de défense, et quels sont les lieux où l'on pourroit tenter un débarquement sur la côte.

3.° Il faut reconnoître les chemins qui traversent les pays, examiner s'ils sont bons ou mauvais; quels sont ceux où l'on peut faire passer de gros convois et des voitures pesantes, ou qui ne peuvent servir que pour la cavalerie, ou seulement pour l'infanterie. Il faut aussi examiner si le pays est plat ou montueux, couvert par des bois, des forêts, etc. ou découvert; s'il est aquatique, marécageux, pierreux ou sablonneux, et coupé par des plants d'arbres, des haies, ou par des fossés secs ou remplis d'eau; enfin s'il est fertile en grains, en foin, en vin et autres denrées.

4.° Il faut prendre connoissance des avenues par où l'ennemi peut arriver sur une frontière, percer plus avant dans un état, ainsi que de tous les débouchés par lesquels les corps peuvent pénétrer dans un pays; à cet égard, on fait des notes pour indiquer la marche que pourroit faire une armée ou ses différentes colonnes pour se porter plus loin, ou pour faire une bonne retraite, en cas qu'on y soit obligé, mais de manière à n'être pas harcelé par un ennemi capable de se prévaloir de cette fâcheuse circonstance.

5.° Enfin dans un pays ennemi, plus que dans un autre, il faut prendre des notes sur tout ce qui a

rapport à la guerre, sur les ressources de toutes espèces qu'on en pourra tirer, c'est-à-dire sur la quantité de grains, de fourrage, de boissons et des différens bestiaux qu'il pourroit fournir pour la subsistance d'une armée. Comme aussi faire un état de la force des communautés, des hommes propres à certains travaux; des chevaux, des voitures de terre et d'eau qui, en cas de besoin, serviroient aux transports des munitions, des malades, des blessés, etc. cet état doit encore comprendre le dénombrement des maisons, des moulins et des fours qui sont dans chaque commune, et dont la nécessité se fait assez sentir.

Table où l'on verroit les lieux et les ressources d'un pays.

(153.) Il n'est pas nécessaire de beaucoup écrire pour connoître les facultés d'un pays et les ressources qu'on peut en tirer; la meilleure manière d'y réussir, c'est, sans doute, d'en former une table où l'œil les apperçoive, et où sans faire de lecture, on puisse facilement comparer les richesses des différens endroits, afin d'agir avec connoissance et justice. On suppose pour exemple la table suivante que l'on peut étendre ou diminuer selon qu'on le juge à propos.

Explication de cette Table.

Cette table est composée de dix colonnes principales, où tout ce qui est sur la même ligne appartient au même endroit.

La première colonne contient le nom des cantons et des rivières ou ruisseaux qui les arrosent.

La

Digitized by Google

DÉPAI

NT LES LIEUX LE

1.re colonne.	e col.	5.e colonne.		co
CANTONS ET RI qui LES ARROSEN	lombre des ommes.	MOULINS. à eau.	à vent.	ibr e au
	80	2	0	2
CANTON DE	45	0	1	1
	350	3	1	
RIVIÈRE D	80	0	8	
	110	4	0	
	10	0	1	
	30	2	0	
CANTON DE	70	0	0	
	60	2	0	2
RUISSEAU D	78	0	0	3
	000	3	4	137
	28	0	1	1
	100	2	0	2
CANTON DÉ	10	0	1	1
	27	1	0	
RIVIÈRE D	98	2	1	1
	47	0	0	1
	54	1	2	1

La seconde colonne comprend les noms des différens endroits qui composent le canton, rangés selon l'ordre alphabétique. Les villes sont désignées par *V*, les bourgs par *B*, les villages ou les paroisses par *P*, et les hameaux par *H*.

La troisième colonne fait voir la quantité de maisons qui composent ces lieux.

La quatrième colonne contient le nombre d'hommes qui habitent ces lieux, et dont on peut tirer du service dans le besoin.

La cinquième colonne, partagée en deux, montre combien de moulins à eau et de moulins à vent dépendent de ces différens lieux.

La sixième colonne renferme le nombre de chevaux.

La septième colonne instruit de la quantité de chariots et de charrettes, dont ces endroits sont pourvus.

La huitième colonne fait mention du nombre des principales bêtes à cornes.

La neuvième colonne montre ce qu'il y a d'arpens de biens de différente nature appartenans à ces lieux.

Et *la dixième colonne* indique l'espèce de commerce qui s'y fait.

Par exemple, on voit que *Sucy* est une ville arrosée par. . . . . dans le canton de. . . . que cette ville a dix-huit cents maisons, trois mille hommes, trois moulins à eau, quatre moulins à vent, treize cents soixante-dix chevaux, seize chariots, soixante charrettes, trois cents bœufs, seize cents vaches, deux cents moutons, neuf mille ares de terre, quinze cent cinquante ares de prés, quinze cents ares de

vignes, dix-huit cents ares de bois de haute-futaie, quatorze cents ares de bois taillis, et enfin qu'on y fait commerce de blé.

Remarque sur cette Table et sur les moyens d'en dresser de justes.

(154.) N'ayant pas voulu étendre cette table, on n'a fait mention que de la quantité d'ares de terre et de pré, sans avoir égard à leur rapport; mais comme la même étendue de terrain ne produit pas également en tous lieux, il faut s'informer à chaque endroit de ce qu'on y récolte communément de mesures de froment, de seigle, d'orge, d'avoine et autres grains; sur quoi il faut remarquer que, mettant ces productions en colonnes, il convient d'en faire d'autres qui indiquent non-seulement ce qu'il en faut aux habitans pour leur subsistance, mais encore pour les semailles prochaines; car il est juste qu'ils jouissent du présent, et qu'ils ne puissent point désespérer pour l'avenir; ainsi, outre ces colonnes, il en faut encore qui fassent connoître ce que l'on peut raisonnablement exiger par contribution.

Il convient pareillement de savoir ce que l'are de pré du pays donne de quintaux de foin; ce que les chevaux et les bestiaux en consomment, et ce qu'il en reste, afin de pouvoir faire une demande appuyée sur l'équité, et par-là rendre toutes les plaintes déraisonnables.

Il est aussi aisé de dresser ces sortes de tables, qu'il est difficile d'être bien instruit sur ce sujet; l'habitant des champs est toujours en garde contre ces questions; la crainte des corvées, des impôts ou des contributions, fait qu'on est toujours trompé en moins par les riches; l'envie et la jalousie fait qu'on l'est

souvent en plus par les pauvres; cependant on a éprouvé que ceux qui n'ont point de bien, et qui d'ailleurs n'ont rien à perdre, déclarent plus volontiers la vérité; mais pour s'en assurer, il faut s'informer dans les villages voisins, en affectant une simple curiosité, et ensuite combiner ces différentes informations avec cette équité qui caractérise l'homme vraiment juste.

On sait, par expérience, que dès qu'on a cherché à acquérir des connoissances sur les facultés de quelques villages, les lieux voisins en sont instruits, et que l'intérêt commun fait qu'on est trompé partout et par toutes sortes de gens. Dans ce cas, il faut croire que les habitans des champs ne déclarent que ce qu'ils veulent qu'on leur connoisse, et que l'on peut au moins compter sur ces ressources. *Voyez sur ce sujet ce qui est rapporté dans les Connoissances géométriques à l'usage des officiers, liv. 3, à la fin du chap. V.*

CHAPITRE V.

Manière de lever le plan d'une tranchée.

Le plan exact d'une tranchée est assez important pour ne pas omettre la manière de le bien lever, afin de bannir pour toujours le peu de précautions qu'on prend pour avoir ces sortes de plans.

Les dessinateurs, toujours pressés, sont obligés de former ces plans à vue seulement, et d'estimer la longueur des boyaux, si on ne leur laisse point au moins le temps de la mesurer au pas. D'un pareil

brouillon, où ils sont forcés d'être négligens malgré eux, faute de temps pour pouvoir employer des mesures plus précises, ils font une minute qu'ils rapportent sur un plan de la place assiégée, qui, pour cet effet, est mis à leur disposition : ces plans de tranchées sont d'ordinaire très-défectueux, et peu dans beaucoup se ressemblent, ce qui n'arriveroit pas si on avoit le temps nécessaire pour bien faire.

Un plan de tranchées, levé avec soin, fait voir la bonne disposition de toutes les parties d'une attaque; son aspect fait mieux juger de l'objet de chacune et du parti que l'on prend pour resserrer l'ennemi de plus en plus, et se garantir de ses feux; il fait voir aussi qu'on n'y multiplie pas les travaux inutilement, afin d'éviter, par ce moyen, la dépense, la fatigue et la perte des travailleurs.

Pour montrer de quelle manière on doit s'y prendre, lorsqu'on veut lever ces sortes de plans, nous imaginerons une tranchée exécutée sur le terrain (*fig.* 44), dont il s'agit d'avoir une copie bien exacte sur le papier.

(155.) On commencera d'abord par mesurer une base *AA*, la plus étendue et la plus parallèle au front attaqué que l'on pourra, pour servir, 1.° à déterminer la position des angles flanqués *B*, *C*, *D*, *E*, *F*, etc. où sont situées les pièces de la place; et 2.° à statuer l'emplacement de la queue *G* de la tranchée par rapport à ces pièces.

Supposons que cette base *AA* ait 500 mètres, on en donnera autant, pris sur l'échelle du plan dont il s'agit, à une ligne tracée sur la planchette; on opérera à chaque bout *A* de cette base (après avoir fait convenir le point *a* du papier (*fig.* 45) avec le point

A du terrain, et la ligne *aa* avec la ligne *AA*) pour déterminer sur le papier, et de la manière qu'on l'a enseigné, la position des angles flanqués *b*, *c*, *d*, *e*, *f* correspondans à ceux *B*, *C*, *D*, *E*, *F* des pièces de la place assiégée; ensuite du point *a*, on dirigera un rayon au point *G*, où commence la tranchée; supposé qu'il y ait 600 mètres, on en prendra autant sur l'échelle, on les portera depuis *a* sur ce rayon, et on y aura le point *g* placé sur la planchette, comme l'est sur le terrain le point *G*, par rapport au front d'attaque.

Avant que de quitter la base *AA*, et de déranger la planchette, il faudra tracer sur le papier la ligne du nord de l'aiguille aimantée pour s'en servir à orienter la planchette, et par conséquent à y bien disposer toutes les parties de la tranchée comme elles le sont sur le terrain; cela fait, on viendra orienter immuablement la planchette à la queue *G* de la tranchée, ayant attention de faire convenir les points *g*, *G*, dans le même vertical (*ce qui s'exécutera facilement en suspendant un plomb au-dessous du point* g). Du point *g*, on tracera une ligne dans la direction du boyau *GH*; et supposé qu'il y ait 230 mètres, on les portera du point *g* sur cette ligne, afin d'y avoir le point correspondant *h*, alors on formera le boyau *gh*, selon la largeur de son correspondant *GH*.

Au point *H*, on arrangera la planchette de la même manière; après cela, du point *h* qui le représente sur le papier, on enverra un rayon dans la direction du boyau *HI* que l'on fera mesurer, de sorte que s'il a 210 mètres de longueur, on en donnera autant à

son correspondant *h i*, en le faisant de même largeur que lui.

Au point *I*, on posera la planchette comme il convient; et étant immobile, de son correspondant *i*, on tracera une ligne dans la direction du boyau *IK*; si ce boyau a 240 mètres de longueur, on les donnera à son correspondant *ik*, que l'on fera aussi d'une largeur égale à la sienne.

Au point *K*, où l'on aura arrangé la planchette, comme ci-devant, on mènera un rayon dans la direction de chacune des parties *KL*, *KM*, de la première parallèle : on fera mesurer les longueurs; si de *K* en *L*, il y a 300 mètres, et de *K* en *M*, 270 mètres, on placera les points correspondans *l*, *m*, à la même distance du point *k*.

De la même manière, on placera sur le papier des points *q* et *r* qui correspondront aux débouchés *Q* et *R* des boyaux *QT*, *RS*; et si l'on continue d'opérer de la sorte à chaque point de repli *L*, *N*, *P*, de la parallèle; à chaque boyau *QT*, *RS*, et à chaque retour et débouché que l'on rencontrera, on parviendra, comme on le conçoit, à avoir un plan exact de la tranchée supposée.

On sait que les parties d'une tranchée ont ordinairement une largeur constante; que les batteries de canons, de mortiers et de pierriers ont un parapet de même épaisseur; c'est pourquoi il ne faut pas perdre de temps à mesurer ces largeurs et ces épaisseurs qui sont assez connues; mais il faut avoir grande attention à bien orienter toutes ces choses, et surtout le parapet des batteries, parce qu'autrement on n'en verroit pas le véritable objet; il convient encore de remarquer le nombre de bouches à feu, comme

on est dans l'usage de le faire, et de plus d'en désigner le calibre.

Nota. En prenant le plan d'une tranchée, s'il arrivoit ou qu'on eût lieu de craindre, surtout près des batteries, que l'aiguille aimantée éprouvât quelques variations, il faudroit s'en passer, et alors avoir soin de faire mettre un repère quelconque au point de station qu'on abandonneroit pour aller opérer au bout du rayon qu'on auroit dirigé de ce repère, et dont on auroit déterminé l'extrémité sur le papier : arrivé à ce point d'une nouvelle station, on y accordera, avec beaucoup de précision, le rayon tracé sur le papier dans l'alignement de celui du terrain qu'il représentera, dont le lieu de la planchette sera une des extrémités, et le repère son autre bout; on en usera de même partout où cela sera nécessaire, c'est-à-dire que l'on fera porter le signal successivement à chaque point de station, au-delà de celui où l'on viendra établir la planchette.

Concluons qu'il est très-facile, avec des soins et du temps, d'avoir le plan exact des travaux d'un siége; que pour y réussir, il est question 1.° de bien statuer la queue de la tranchée par rapport aux pièces qui composent le front d'attaque; et 2.° de mesurer et de bien orienter chacun des boyaux ou chemins que l'on creuse pour arriver jusques dans les ouvrages. On ne peut disconvenir qu'un plan d'attaque levé de cette façon, est le seul qui mérite une entière confiance.

Comment on doit lever les plans de communications souterraines.

(156.) De la même manière employée pour lever

le plan d'une tranchée, on parviendra à former celui d'un souterrain, comme différentes avenues couvertes qui conduisent à des carrières ou à d'autres fouilles faites dans le sein de la terre, et les galeries de mines avec leurs rameaux, à l'usage des assiégés et des assiégeans. Pour former ces sortes de plans sur la représentation d'un terrain, il faut, 1.° si cela est nécessaire, assujettir le commencement ou l'entrée à des objets déterminés sur le local; 2.° statuer avec précision la direction du premier conduit par rapport à ces objets; 3.° s'étant introduit dans le souterrain, on mettra une lumière au point d'entrée et une à l'autre bout du premier rameau; au point d'entrée, on établira la planchette et on la fixera, ensuite on ajustera l'allidade dans la direction de ces deux lumières, on tracera sur le papier cette direction à laquelle on donnera la longueur que l'on trouvera entre ces deux premières clartés; la planchette étant restée immobile, à ce point de première station, on posera dessus deux aiguilles très-fines dans cette direction, dont on approche la règle de l'allidade, pour voir s'il y a du dérangement; 4.° on fera poser une lumière au bout du rameau suivant; on établira la planchette au point de la seconde lumière; on approchera la règle de l'allidade des deux aiguilles, afin d'être précisément dans la direction du premier rameau, alors on fixera la planchette; de là, on visera sur la troisième lumière, on mesurera sa distance à la seconde, de celle-là à la troisième, et ainsi de suite. Concluons que pour former ces sortes de plans, il s'agit d'établir successivement une lumière à chaque point de station et aux repères, de mesurer la distance de l'un à l'autre, et d'opérer,

comme on vient de le dire, avec cette différence que si l'on soupçonne ou que l'on apperçoive que l'aiguille aimantée ne puisse être employée, il faut se conduire, comme nous l'avons dit dans le *nota* précédent, et ainsi qu'on le verra plus amplement encore dans le lieu où nous expliquerons la manière de lever le plan des rues d'une ville.

Comment on lève le plan des fortifications passagères.

(157.) Pour parvenir à lever le plan d'un retranchement, celui d'une route, celui d'un poste, celui des lignes de circonvallation, de contrevallation, et enfin le plan de tout ce qui tient à la fortification passagère, il suffira de supposer qu'il est question de celui d'une fortification, représenté (*fig.* 46), qu'on auroit formé sur le terrain pour opposer un obstacle à l'ennemi qui est résolu de combattre, afin de faire échouer une entreprise importante.

Pour commencer à prendre ce plan, on s'établira vis-à-vis la gorge d'un des ouvrages, par exemple, au point *A* (*fig.* 46). Là, sur le papier qui couvre la planchette (*fig.* 47), on marquera un point *a* qui représentera celui du terrain. De ce point *a*, on enverra des rayons dirigés sur les angles intérieurs *B*, *C*, *D* de cet ouvrage; on fera mesurer chacun de ces rayons *AB*, *AC*, *AD*, ensuite on prendra sur l'échelle du plan, 1.° le nombre de mètres qu'aura le rayon *AB*, pour le porter de *a* en *b*; 2.° le nombre de mètres qu'aura le rayon *AC*, pour le porter de *a* en *c*; et 3.° le nombre de mètres qu'aura le rayon *AD*, pour le porter de *a* en *d*; alors on aura sur le papier

les points *b*, *c*, *d*, qui correspondront à ceux *B*, *C*, *D* de l'ouvrage; en sorte que si l'on tire une ligne de *b* en *c*, et une ligne de *c* en *d*, on aura l'intérieur des faces de cette pièce, appelée *redan*.

Du point *a*, encore, on tracera sur la planchette une ligne dans la direction du point *F*; on fera mesurer la distance *AF*, on en portera le même nombre de mètres sur cette ligne pour y avoir le point *f* qui correspondra au point *F* du terrain. *Avant que de bouger la planchette, on tracera sur le plan commencé la ligne du nord de l'aiguille aimantée*: ce qui étant fait, on se rendra au point *F*; sur la planchette bien orientée, et du point *f*, on enverra un rayon au point *E*, et un autre au point *G*; on fera mesurer ces rayons *FE*, *FG*, pour donner la même longueur à leurs correspondans *fe*, *fg*, et on tracera sur le papier la ligne *de* qui représentera la branche *DE*.

Si l'on oriente la planchette au point *G*, et que de son correspondant *g*, on envoie des rayons dans la direction des angles *H*, *I*, *K* de ce redan, et un rayon au point *L*; que l'on donne la même longueur à leur correspondant, on aura sur le papier les points *h*, *i*, *k*, *l*, en sorte que l'on pourra tirer les lignes *eh*, *hi*, *ik*, qui représenteront *EH*, *HI*, *IK*.

Si au point *L*, on opère de même qu'au point *F*, on aura sur le papier les points *m*, *n*, qui représenteront les points *M*, *N*.

La planchette orientée au point *N*, si de son correspondant *n*, on tire des lignes dans la direction des angles *O*, *P*, *Q*, *R*, *S* du bastion, et qu'après les avoir fait mesurer, on ait déterminé les points semblablement placés *o*, *p*, *q*, *r*, *s*, on aura la figure

intérieure de ce bastion, en tirant sur le papier les lignes *op*, *pq*, *qr*, *rs*.

Si du point *n*, encore, on dirige un rayon au point *V*; que dans cet alignement, et vis-à-vis l'ouverture faite à la courtine, on pose un signal *T*; que l'on fasse mesurer les distances *NT*, *NV*, on sera en état de placer sur le papier les points *t*, *v*, qui représenteront ceux *T*, *V* du terrain.

Si on s'établit au point *T*, pour de là déterminer un point & dans le redan en avant du fossé, et que de ce point &, on opère comme on l'a fait au point *N*, on aura la figure du redan à flanc que l'on suppose ici.

Enfin, si au point *V*, on fait la même opération qu'au point *A* ou *G*, on aura les angles intérieurs *x*, *y*, *z* de ce redan; alors, si on tire sur le papier les lignes *st*, *tx*, *xy*, *yz*, on aura le trait intérieur de la fortification supposée, auquel on mènera une parallèle à distance égale à l'épaisseur du parapet qui marquera l'extérieur de cette ligne de fortification passagère, à l'égard de laquelle il sera facile de tracer le fossé qui la précède, en en faisant mesurer la largeur, et en observant de quelle manière sa contrescarpe figure à certains endroits.

Lorsqu'on prend le plan de ces sortes de fortifications, il faut aussi lever le détail du pays qui est au-delà, marquer tous les débouchés par lesquels l'ennemi peut y arriver, et par où aussi on iroit à lui dans certaines circonstances: pour tout dire, on ne doit absolument rien omettre de ce qu'il est utile de connoître, tant au dehors qu'au dedans d'une pareille enceinte; c'est à quoi l'ingénieur doit s'attacher, parce que ces plans servent ordinairement à projetter les

manœuvres à exécuter dans tous les cas qui peuvent survenir.

CHAPITRE VI.

Manière de lever le plan d'une ville.

(158.) La méthode la plus sûre et en même temps la plus expéditive que l'on puisse employer pour lever le plan d'une ville fortifiée ou non fortifiée, celui d'un poste, celui d'un parc, celui d'une forêt et même un plan entier, est sans contredit encore celle de la planchette, parce que 1.° on est dispensé de faire un brouillon, accompagné de ses cottes, et d'avoir la peine d'en former une minute; 2.° on voit sur le terrain même les erreurs qui peuvent se glisser, et on est par conséquent à portée d'en chercher la cause et d'y remédier; 3.° on a l'avantage, et sans perte de temps, d'avoir une minute exacte, où l'on reconnoît facilement les aboutissans de chaque chose, sur laquelle aussi, après avoir suivi différens retours, on a la satisfaction de voir la précision du travail, lorsque, par d'autres routes, on arrive à des points déjà placés sur le papier.

Dans la première partie de cet ouvrage, nous avons fait connoître les opérations fondamentales de la carte qu'on y a supposée. Dans la seconde, nous avons montré comment on en leveroit le détail. Dans cette troisième partie, on a fait voir la manière de prendre le plan de l'établissement d'une armée, celui des travaux qu'elle auroit faits pour s'emparer d'une ville de guerre, et de ceux qu'elle auroit élevés sur le ter-

rain, pour se mettre à l'abri des surprises. Imaginons par enchaînement que la *quarante-huitième figure* représente une ville, dont il convient d'avoir le plan pour le placer sur la carte supposée.

Pour lever le plan d'une ville, on choisit le lieu qui semble le plus commode pour commencer à opérer, tel que le milieu d'une grande place; on y place la planchette; et tout à l'entour du point correspondant à celui du terrain, on trace sur le papier des rayons dirigés à l'entrée de chacune des rues qui aboutissent sur cette place; on donne à ces rayons une longueur de l'échelle géométrique correspondante à leur mesure prise sur le terrain; l'entrée des rues, ainsi fixée, fournit autant de points propres à vérifier les opérations, lorsqu'on revient à ces points après avoir levé le contour des rues et des portions de maisons d'une manière toute semblable à celle que nous avons donnée pour tracer la direction du grand chemin, ou les boyaux d'une tranchée;

PAR EXEMPLE:

Pour lever le plan de la ville que nous supposons, on le commencera, si l'on veut, en établissant la planchette au milieu *A* de la place (*fig.* 48). Du point *a* (*fig.* 49) qui y correspondra sur le papier, on dirigera à l'entrée de chacune des rues qui aboutissent sur cette place, des rayons *AB*, *AC*, *AD*, *AE*, *AF*, *AG*, *AH*, et on les mesurera; supposé que le premier *AB* ait 24 mètres, *AC* 26 mètres 28 centimètres, *AD* 38 mètres, *AE* 28 mètres 53 centimètres, *AF* 25 mètres 39 centimètres, *AG* 33 mètres 18 centimètres, *AH* 27 mètres 47 centimètres, on portera à mesure ces nombres de mètres pris sur l'échelle du

plan, pour déterminer sur le papier (*fig.* 49) les points *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, *h*, correspondans à ceux du terrain.

On dirigera aussi un rayon au coin de chacune des rues, et encore dans la direction des clochers, afin d'en avoir la position, en les coupant des autres points de station, d'où on les appercevra, par exemple, on enverra de cette première station *A* ou *a*, un rayon sur le clocher *I*.

De quelque manière que ce soit, on marquera sur le terrain le point *A* de cette première station, et tous les points d'entrée des rues *B*, *C*, *D*, *E*, *F*, *G*, *H*, afin de les retrouver dans la suite du travail, où ils doivent servir à le vérifier, ainsi qu'on le verra.

Enfin, avant de quitter ce point *A*, on examinera si l'alignement *ab* convient parfaitement sur *AB* qu'il représente, et si quelques autres encore s'accordent également bien avec leur correspondant, auquel cas la planchette n'aura pas été dérangée.

On choisira à volonté un des points d'entrée de rue, tel que *B*, pour y faire la seconde station; on y établira la planchette, de manière que *B* et *b* soit dans la même verticale, et *ba* dans l'alignement de *BA*; alors la planchette étant immuable, on tracera du point *b* un rayon dans la direction du point *K*, où on aura mis un repère. Supposé que, de *B* en *K*, il y ait 32 mètres, on en donnera autant au rayon correspondant, pour avoir le point *k*, qui représentera le point *K* du terrain : cela fait, on arrivera de même à chaque carrefour *K*, *L*, *M*, *N*, *O*; et après en avoir déterminé le lieu sur le papier, on y fera pareilles opérations pour déterminer les coins des rues.

Au point M, que l'on suppose dans l'alignement des points N et G, on pourra vérifier le travail déjà fait, en examinant si les points n, g, qu'on a déterminés, sont dans la direction de leurs correspondans N, G, et si, entre m et n, entre m et g, il y a autant de mètres de l'échelle qu'il y a de véritables mètres entre les points de station M, N et G : cela étant, on continuera le travail, dirigeant d'abord un rayon sur le clocher I, dont on aura la position au point i, où sera coupé le rayon qu'on a envoyé de la première station sur ce clocher; on dirigera aussi un rayon sur chaque point P et Q, que l'on choisira pour le lieu des nouvelles stations qu'on se propose de faire, et on déterminera leur position p et q sur le papier, comme on vient de l'enseigner.

C'est ainsi qu'on lève et que l'on vérifie en même temps ces sortes de plans; c'est pourquoi nous n'étendrons pas davantage ce détail; nous nous contenterons d'y suppléer, en ponctuant sur les figures les rayons qu'il faut diriger et mesurer sur le terrain, pour établir sur le papier les points qui en représenteront les extrémités, et celles des lignes qu'il convient de tirer pour avoir la figure des rues et des maisons de la ville supposée.

REMARQUES.

Quoique, pour lever le plan de cette ville, nous l'ayons commencé sur sa place, il ne s'ensuit pas qu'il faille agir toujours de même; on se détermine sur cela selon qu'il paroît convenable; car, si l'on apperçoit que l'on pourra mieux réussir en commençant par le tour intérieur ou extérieur de la ville, parce qu'on aura des bases plus étendues et beaucoup

moins de petits retours de suite qui causent souvent des erreurs, on doit prendre ce parti; et si, en formant un polygone autour de la ville, on présume en avoir le plan plus facilement, il convient encore de préférer cet autre parti; enfin l'intelligence, les cas et les circonstances doivent servir de guide.

Nous n'avons point proposé de faire usage de l'aiguille aimantée pour orienter la planchette, lorsqu'on s'en sert pour lever le plan des rues d'une ville, parce que cette aiguille pourroit être contrariée par les grilles de fer que l'on voit communément aux portes et aux fenêtres, et aussi par le fer qui peut être en magasin ou dans les boutiques de maréchaux, serruriers, cloutiers, etc.

Mais lorsqu'on lève le plan d'une forêt, celui d'un parc, celui des environs d'un château, celui d'une terre, etc. il convient de faire usage de l'aiguille aimantée, on y gagne du temps; les alignemens correspondans sont plus facilement mis d'accord, surtout lorsqu'ils sont courts; on doit seulement examiner de temps en temps si l'aiguille aimantée prend toujours son véritable nord; s'il en est autrement, il faut alors arranger la planchette à chaque station par l'accord des alignemens tracés sur le papier avec ceux du terrain qu'ils représentent, c'est-à-dire qu'il faut se conduire, ainsi qu'on vient de le voir dans la manière de lever les plans des rues.

Quoique ce que nous venons de dire puisse faire aisément comprendre comment on lève un plan de fortification, pour plus grande intelligence, nous expliquerons encore la manière de prendre ces sortes de plans, appliquée aux fortifications permanentes.

CHAPITRE VII.

Méthode de lever le plan des fortifications permanentes.

(159.) Pour avoir le plan d'une fortification, on s'établit d'abord dans l'endroit le plus commode, soit sur le terre-plein du rempart, soit au dehors des ouvrages; cela dépend des avantages qu'on y trouve, ou des circonstances qui obligent à prendre un parti plutôt qu'un autre, et on trace sur le papier des rayons dirigés à tous les angles de la fortification; ensuite on se transporte à d'autres lieux de station, mesurant leur distance entre eux, pour y opérer de la même manière, afin d'avoir, par la section des rayons dirigés sur les mêmes objets, leur position respective sur la planchette. C'est ainsi qu'en contournant une enceinte, et que, revenant au point d'où on est parti, on en lève la figure.

PAR EXEMPLE:

Supposons qu'il est question d'avoir le plan de fortification représentée (*fig.* 50).

Si l'on pense que, pour mieux distinguer les points angulaires des différens ouvrages, il soit nécessaire d'y planter des signaux, on commencera par là; après cela, si l'on choisit sur le terre-plein du rempart le point *A* (*fig.* 50) pour y faire la première station, on y établira la planchette, et du point *a* son correspondant (*fig.* 51), on tracera sur le papier une ligne dans la direction de chacun des angles *B*, *C*, *D*, *E*, *F*, *G*, *H*, *I*, *K*, *L*, *M*, *N*, et une ligne dans la direc-

tion du point O, où l'on aura mis une marque quelconque. On fera seulement mesurer les distances AN, AM, AP, et sur l'alignement AO la distance AO; on prendra l'une après l'autre les mêmes mesures sur l'échelle du plan, et du point a on portera la mesure qui conviendra au rayon correspondant à celui du terrain; alors on aura sur le papier les points p, n, m, o, etc. qui y seront placés les uns à l'égard des autres, comme le sont les points P, N, M, O, etc. qu'ils représentent.

Avant de quitter cette station, on tracera sur la planchette qui n'aura pas été dérangée, la ligne du nord de l'aiguille aimantée, ce qui s'exécute comme on l'a dit (2.e partie, chap. VI, art. 85).

On ira au point P, où, ayant établi la planchette, de manière que P, p soient dans la même verticale, et que pa soit sur PA; on fera une semblable opération pour avoir sur le papier, par la section des rayons dirigés sur les mêmes angles, la position des points angulaires b, c, d, e, h, i, k, l, correspondans à ceux B, C, D, E, H, I, K, L du bastion; en sorte que tirant les lignes cd, be, ik, hl, on aura sur le papier les flancs du bastion plein, disposés comme ils le sont sur le terrain. De plus, si l'on fait mesurer la distance PF, et que l'on place le point f à pareille distance du point p, on pourra tirer les lignes fe, fh. De plus encore, si l'on fait mesurer l'épaisseur du parapet, et que, par les points e et h, on tire des parallèles à dg et gi, au cas qu'il ait une épaisseur constante, on aura toute la figure du bastion plein.

A l'égard du talus intérieur du parapet, de la largeur de la banquette et de celle de son talus (au cas que l'échelle du plan permette d'entrer dans les plus

petits détails), on fera mesurer la largeur de chacune de ces parties de rempart, qui est ordinairement la même d'un bout à l'autre; alors ce sont des parallèles à mener aux lignes *be*, *ef*, *fh*, *hl*.

C'est de cette manière qu'opérant aux points *O*, *Q*, *R*, *S*, etc. en mesurant seulement leur distance entre eux, on déterminera sur la planchette la position des angles de l'enceinte, et qu'on aura un plan exact, observant, à l'égard des talus et des banquettes, ce que l'on vient de dire. Si ces différentes choses ont plus ou moins de largeur sensible à un bout qu'à l'autre, il convient de les mesurer à chacune de leurs extrémités, surtout quand le plan est fort détaillé.

Pour ne rien omettre, faisons voir à présent comment il faut lier le plan de dehors avec celui de l'enceinte. Pour cela, on se rendra par la poterne à l'entrée *V* de la caponière : là, on orientera la planchette sur laquelle par conséquent les points angulaires *g*, *i*, *k*, se trouveront situés comme leurs correspondans *G*, *I*, *K* le sont sur le terrain ; c'est-à-dire que *ki* sera parallèle à *KI*, *ig* parallèle à *IG*, etc.; alors les points *V* ou *v* seront nécessairement les sommets communs des triangles semblables *IKV*, *ikv*, etc. (*Voyez le principe fondamental rapporté dans cette troisième partie*, chap. III, art. 148). On aura ce sommet par la section d'une ligne tirée par le point *K* et par son correspondant *k*, et coupée par une autre ligne, située dans la direction du point *I* et de son correspondant *i*; de ce point de section *v*, on tracera sur le papier une ligne dans la direction du point *X*; on fera mesurer la distance *VX*, afin de donner la même longueur, prise sur l'échelle du plan, à sa correspondante *vx*.

Au point X, on orientera la planchette immuablement, et on fera une opération semblable; alors, si l'opération précédente est exacte, on trouvera les points K, X et I, k, x et i sur les mêmes lignes; en ce cas, les points X, x seront dans la même verticale; cela étant, du point x, on fera partir des lignes dirigées le long de la contrescarpe; on en mesurera les parties $X6$, XY, YZ, $Z\&$, etc. pour donner pareil nombre de mètres de l'échelle à leurs correspondantes sur la planchette $x6$, xy, yz, $z\&$, etc.

De plus, du point x et de l'intervalle $x6$, on tracera sur le papier la portion du cercle qu'on voit sur le terrain, à la gorge de la demi-lune.

Pour placer la demi-lune sur le plan, telle qu'elle l'est sur le terrain par rapport aux autres pièces de l'enceinte, on choisira, si l'on veut, le point A' pour y établir et y orienter invariablement la planchette; si, dans la direction de chaque point angulaire I, K, et de leur correspondant i et k, on fait passer des lignes droites, le lieu où elles se couperont sur le papier sera celui du point correspondant a'.

De ce point A' ou a', ainsi que des points B' ou b', C' ou c', D' ou d', qu'on établira de la même manière sur la planchette, on déterminera tous les points angulaires qui sont au dehors et en dedans de la demi-lune, et on les joindra, comme il conviendra, par des lignes qui donneront sur le papier la figure de la demi-lune.

Il ne nous semble pas que l'on puisse éprouver aucune difficulté, lorsqu'on voudra lever le plan d'un chemin couvert, et le lier avec celui de l'enceinte et des ouvrages qui la couvrent, cette liaison devant se faire comme celle de la demi-lune, et le chemin cou-

vert se lever de la même manière que la demi-lune ou que l'enceinte.

Il paroît encore nécessaire d'exposer ici la manière de rapporter ces sortes de plans en commençant par le dehors d'une place; cela peut être utile dans la guerre où l'on fait des siéges, et où il est important de connoître non-seulement la longueur des faces et des branches des ouvrages et leur disposition, mais encore leur distance à la queue ou à quelque autre partie d'une tranchée, afin d'agir en conséquence de ces distances.

Dans ce que nous allons dire, on pourra supposer que les opérations se font à la distance que peuvent permettre les circonstances qui se rencontrent en temps de guerre, au lieu que nous ferons ici nos stations aussi près de la place qu'il est possible, ainsi que dans un temps de paix.

(160.) Supposons donc qu'il s'agisse de lever le plan de la fortification représentée par la *figure* 50, en le commençant au dehors des ouvrages les plus avancés dans la campagne.

D'abord on s'établira, si l'on veut, au point E' (*fig.* 50), et de son correspondant e' (*fig.* 51), on tracera sur la planchette un rayon dans la direction de l'angle flanquant C, de l'angle d'épaule D, de l'angle flanqué G du bastion plein, et aussi dans la direction de chacun des angles F', G', H', I', K' formés par le parapet du chemin couvert; on mesurera la longueur du dernier rayon $E'K'$, pour déterminer sur le papier la longueur de son correspondant $e'k'$ que l'on prendra pour base.

On ira opérer de la même manière à l'extrémité K' de cette base, ensuite au point L', après au point

M', etc. ayant soin de mesurer ces bases successives $K'L'$, $L'M'$, etc. pour donner même nombre de mètres pris sur l'échelle à leur correspondante $k'l'$, $l'm'$, etc. Ayant ainsi opéré à chacune des extrémités de ces bases, on examinera d'abord où se fait la section des lignes dirigées des points de station $e'k'$ sur les mêmes objets (ce que l'on connoîtra facilement, ayant eu la précaution de marquer, de la même manière les lignes dirigées sur les mêmes objets); et en ayant reconnu la position sur la planchette, on tracera les lignes $c'd'$, $d'g'$, $f'g'$, $e'i'$, $g'h'$ et $i'k'$, qui figureront sur le papier les mêmes choses que celles du terrain qu'elles représenteront.

On examinera pareillement où se coupent les rayons dirigés des autres points de station l', m', etc. sur les mêmes objets; et ayant reconnu leur position sur le papier, on y tracera les lignes dont ces points seront les extrémités. Alors, on aura sur ce papier la position et la longueur des faces de chaque bastion du front, la position et la longueur des faces et du flanc de la demi-lune, la position, la figure et la longueur, tant intérieure qu'extérieure, des branches du parapet du chemin couvert du front supposé, ce qui suffit dans le cas où il faut ouvrir la tranchée, et même dans celui où elle devroit être repoussée jusqu'au pied des glacis.

Quant on peut continuer un semblable travail, en commençant par le dehors, et qu'on a levé l'extérieur des ouvrages, ainsi qu'on vient de l'enseigner, on en prend l'intérieur, comme on l'a expliqué précédemment.

Pour ne rien omettre de ce qui peut être utile à l'ingénieur, il convient de parler de la manière de

dresser une carte des quartiers; c'est ce que nous allons faire dans le chapitre suivant.

CHAPITRE VIII.

Des Cartes de quartiers d'armée.

(161.) Lorsqu'un général juge à propos de faire prendre des quartiers à l'armée qu'il a sous ses ordres, l'ingénieur travaille à en faire le tableau sur l'état que lui communique le chef de l'état-major : cet ingénieur se sert, pour cet effet, de la meilleure carte imprimée, dont on a fait usage pour déterminer ces quartiers, après qu'ils ont été reconnus, ou par le général, ou par les officiers qu'il en a chargés.

Sur cette carte, on écrit où il convient l'emplacement de chacun des régimens qui composent le corps d'armée; on se sert de la même couleur pour toute l'infanterie, d'une autre couleur pour toute la cavalerie, d'une autre couleur aussi pour les dragons, et d'une autre couleur encore pour les troupes légères, etc.; on joint par une accolade, où tient le numéro du régiment, tous les lieux qu'il occupe; on met par écrit, à côté de chacun de ces lieux, la quantité de troupes qu'ils contiennent, c'est-à-dire, combien il y a de bataillons ou d'escadrons, de compagnies, ou d'hommes, enfin on désigne la chaîne ou le cordon et les différentes lignes où l'on suppose les troupes, en écrivant toutes ces choses en gros caractères, allant de gauche à droite, ou faisant face à l'ennemi.

QUATRIÈME PARTIE.

Qui contient la manière de lever le plan des édifices civils et de leurs dépendances, avec la méthode d'en tracer les projets sur le terrain, et de tracer des routes dans des forêts.

On s'occupe assez ordinairement à la ville, et plus encore à la campagne, à lever des plans particuliers par curiosité, et souvent pour projeter des changemens, des augmentations, ou des décorations : ces sortes de plans, surtout ceux des édifices, ne se prennent communément qu'avec le mètre et le cordeau; voici comment on réussit à les lever avec exactitude.

CHAPITRE PREMIER.

Comment on lève le plan des édifices civils.

(162.) Pour réussir à lever avec précision le plan d'un édifice civil, on commence d'abord par le parcourir, afin d'en prendre connoissance, ensuite on en forme le brouillon, où l'on figure jusqu'aux moindres choses. Ce brouillon étant fait, on prend les dimensions des principales parties de cet édifice, telles que sa longueur et sa largeur extérieure, la longueur et la largeur des pièces qui le composent, et enfin les dimensions des plus petites parties de chacune de ces différentes pièces, et à mesure on écrit ces diverses dimensions dans la figure qui les représente.

Supposons, par exemple, qu'il est question de former le plan de l'édifice civil, représenté *fig.* 52; on fera d'abord le brouillon de la cour de ce bâtiment, on en mesurera les côtés *AB*, *BC*, *CD*, *DA*, et une diagonale telle que *AC*, d'un angle *A* à son opposé *C* : on mesurera aussi la distance de l'angle *B* ou *C* à la porte, et la largeur *EF* de cette porte avec l'épaisseur des murs qui forment cette cour. De plus, encore, on prendra les épaisseurs des murs, les différentes largeurs des portes, des fenêtres, et les intervalles de toutes les parties qui composent le lieu où est la remise et l'écurie; enfin, on mesurera le diamètre du puits et sa distance à l'angle *D* : chacune de ces dimensions s'écrira à mesure sur le brouillon, le long des choses qui représentent celles qui sont sur le terrain.

On visitera ensuite le rez-de-chaussée pour en figurer le brouillon, et le distribuer à vue, comme l'est cette partie de l'édifice; on prendra la longueur des côtés de chaque pièce, avec le menu détail, comme embrasures de fenêtres, largeur de portes épaisseur et largeur de leurs piédroits, largeur et profondeur des cheminées, épaisseur et saillie de leur chambranle; épaisseur des murs, des cloisons, etc.; largeur des rampes d'escalier, de leurs palliers, de leurs marches, avec la quantité qu'il y en aura, et on cotera chacune de ces choses sur le brouillon, aussitôt qu'on en aura pris les dimensions. Au surplus, on prendra dans les pièces la longueur d'une ligne, allant d'un angle à son opposé, ou la longueur d'une autre ligne, allant d'un point déterminé sur l'un des côtés de la pièce à un autre point aussi déterminé sur le côté voisin, afin de pouvoir par ce moyen

former, en rapportant ce plan (*fig.* 53), d'après les cotes du brouillon, les angles tels qu'ils sont sur le terrain.

A l'égard des étages supérieurs de l'édifice supposé, on en fera de même le brouillon, où l'on cotera aussi à mesure les dimensions que l'on prendra dans toutes les pièces de ces différens étages, afin d'éviter les transpositions auxquelles on seroit exposé : cela étant fait, on aura le brouillon du plan de l'édifice.

Moyen qu'on doit employer pour avoir le centre et le rayon d'une tour, afin de la lier avec précision au plan de l'édifice dont elle fait partie.

(163.) La plupart des anciens châteaux ont ordinairement des tours à leurs extrémités, dont le centre est souvent ailleurs qu'au concours de deux murs contigus. Pour avoir le diamètre d'une tour, il ne suffit pas de chercher en tâtonnant, avec un instrument, la distance perpendiculaire entre deux parallèles qui lui seroient tangentes; d'ailleurs ce diamètre, ainsi trouvé, peut être plus ou moins éloigné de l'édifice, ou plus ou moins à droite qu'à gauche. Il faut donc, outre le diamètre de ces tours, avoir les moyens de les attacher au plan, comme elles le sont à l'édifice même : pour faire ces sortes d'opérations, on n'a besoin que d'un double mètre et d'un cordeau.

(164.) Si l'on peut opérer au dehors de la tour, voici comme il faut s'y prendre pour en avoir le centre et le rayon, avec les moyens de la lier au plan de l'édifice, ainsi qu'elle y est véritablement attachée sur le terrain. De chaque côté de la tour (*fig.* 54), on tendra un cordeau *ab* ou *de*, qui ne la touchera qu'à un point *b* ou *e*; on mesurera avec soin la dis-

tance des points d'attouchement *b*, *e*, aux points *a*, *d*, où ce cordeau viendra aboutir sur les murs qui joindront la tour de part et d'autre; on mesurera aussi sur ces murs les distances des bouts *a*, *d*, du cordeau à un point *f*, *g*, qui y sera déterminé, ou qu'on y déterminera, en levant le plan de tout l'édifice; enfin on mesurera les distances de ces points *f*, *g*, au point d'attouchement *b*, *e*; et en même temps, on écrira ces différentes dimensions sur le brouillon, pour y avoir le moyen de rapporter sur le plan les points *b*, *e*, qui y seront situés, comme sur le terrain. Si des points *b*, *e*, posés sur le plan que l'on formera d'après les cotes de ce brouillon, on élève sur chaque tangente *ab*, *de*, une perpendiculaire *bc*, *ec*, le point *c* où elles se couperont sera incontestablement le centre de la tour. Si par hasard les tangentes *ab*, *de*, sont parallèles, les lignes d'équerre *bc*, *ec*, formeront une seule ligne droite qui sera nécessairement le diamètre de la tour, par conséquent son centre sera au milieu *c* de cette ligne droite.

(165.) Si la tour (*fig.* 56) ne tient à rien, et qu'il s'agisse d'en avoir le rayon, il faudra pour cela tendre deux cordeaux *ba*, *da*, qui lui soient tangens, et qui aient un point commun *a*; ensuite mesurer leur longueur *ab*, *ad*; mesurer aussi sur ces cordeaux la distance de leur point commun *a* aux points *e*, *f*, pris à volonté sur ces tangentes et mesurer encore la distance *ef* entre ces points, afin de déterminer l'ouverture de l'angle *bad*, formé par les cordeaux *ab*, *ad*, lorsqu'on rapportera sur le papier les opérations faites sur le terrain, et cotées sur le brouillon. Alors, pour avoir le centre *c* de la tour et son rayon, il faudra élever à l'extrémité *b*, *d* de chaque tangente une ligne

qui lui soit perpendiculaire: le point *c* commun à ces lignes d'équerre sera le centre *c*, et la ligne *cb* ou *cd* sera le rayon de la tour.

(166.) Si la tour est environnée d'un fossé (*fig.* 55) de manière qu'on ne puisse prendre au dehors les moyens d'en déterminer le centre et de la lier au plan du château; il faudra, pour cet effet, opérer dans l'intérieur de l'édifice.

D'abord on tendra un cordeau qui rasera l'un des côtés *e* de la porte de la tour, et qui ira d'un point *b* pris dans l'intérieur de cette tour à un point *a* situé sur un des côtés de la pièce qui la précédera: on mesurera la longueur de cette ligne *ab*, et les distances *fa*, *fg*, *ga*, que l'on cotera en même temps sur le brouillon, afin d'y avoir les moyens de déterminer l'inclinaison de la ligne *ab*, et la situation du point *b* à l'égard du côté *fa*; on mesurera aussi la partie *eb* du cordeau qui sera renfermée dans la tour; on y mesurera encore deux cordes *ed*, *bd*, qui formeront avec *eb* un triangle *bed* qui y sera inscrit: ces différentes dimensions étant à mesures cotées sur le brouillon, ainsi que l'épaisseur du mur qui figure la tour, on y aura les moyens de situer cette tour sur le plan de l'édifice, comme elle l'est sur le terrain par rapport à l'édifice même, et son centre *c* sera au concours des perpendiculaires élevées sur le milieu de chacune des cordes *be*, *bd*, *de*, ce qui est évident.

(167.) Si cette tour environnée au dehors de quelque manière que ce soit, ne tient à rien, on aura son centre *c* et son rayon, en mesurant les trois côtés d'un triangle *bed* qu'on y inscrira avec le cordeau.

(168.) Dans l'intérieur d'une tour (*fig.* 57 *ou* 58), on pratique assez communément une pièce à angles

droits : pour avoir le centre et le rayon d'une pareille tour, on opérera à son extérieur, ainsi que nous l'avons expliqué précédemment (164 ou 165); mais si la chose est impossible au dehors, on agira dans l'intérieur de l'édifice de la manière suivante :

Le long d'un cordeau tendu du point *b* au point *a*, en passant par le milieu de deux côtés parallèles, on mesurera la longueur de la ligne *ab*, avec les distances *ea*, *ed*, *ad*, afin de déterminer l'inclinaison de cette ligne *ab*, et la situation du point *b* par rapport au mur *ea*; on mesurera les côtés de la pièce, l'épaisseur *bh* du mur, on cotera à mesure ces dimensions sur le brouillon, et on y aura ce qu'il faudra pour rapporter cette tour sur le plan; son centre sera à égale distance de deux côtés parallèles, c'est-à-dire, où se croiseront les diagonales de la pièce qu'on y aura pratiquée, et *ch* sera le rayon du cercle qui la terminera.

Pour peu que l'on fasse attention à ce qu'on vient de dire, on ne trouvera pas de difficultés à prendre sur le terrain les mesures convenables pour déterminer, en rapportant un brouillon, le rayon d'une tour et la situation de son centre par rapport aux autres parties d'un édifice, si l'entrée de la tour se trouve de côté, de manière que le cordeau *ab* ne puisse être tendu perpendiculairement sur le milieu de deux côtés parallèles de la pièce faite dans la tour.

Nous ne dirons rien des mesures qu'il faut prendre sur le terrain et coter sur un brouillon pour parvenir à lever, à former et à lier au plan d'un édifice les tours à pans qui peuvent y tenir; la chose est trop aisée pour nous y arrêter.

Après ces exemples, on ne peut être embarrassé à l'égard des dimensions qu'il faut prendre sur le terrain et coter sur le brouillon du plan d'un édifice, non plus que sur celles d'un bassin ou autres pièces d'eau, d'un bosquet, d'une charmille, d'un gazon, etc. terminés à certains endroits par des portions de la circonférence d'un cercle, pour placer leur centre sur le plan, comme ces centres le seront sur le terrain, par rapport aux différentes lignes ou aux différens points voisins de ces portions circulaires.

Comment on lève le plan de ce qui dépend et tient à un édifice.

(169.) Quant au plan des dépendances utiles et agréables d'un édifice, on les parcourt, ainsi que l'édifice, pour en prendre une idée et en faire le brouillon, l'essentiel est d'en bien mesurer les différentes longueurs, et de pouvoir aussi avoir les distances entre les angles opposés, afin de renfermer le tout dans quelques grands triangles; il s'y rencontre souvent des obstacles, alors on mesurera intérieurement une distance arbitraire, mais cependant la plus longue qu'il est possible, sur chacun des côtés du même angle, en partant de son sommet.

Par exemple, à l'égard de ce qui tient à l'édifice supposé (*fig.* 52), on mesurera la distance de G en O et de G en N, de H en P et de H en Q, de I en R et de I en S; on mesurera en même temps aussi les distances NO, PQ, RS, et on les cotera chacune pareillement aussitôt sur le brouillon.

Si on ne peut faire ces opérations dans l'intérieur du clos, on prend son parti au dehors, ayant égard à l'épaisseur des murs ou autres limites; c'est-à-dire que,

des points de réunion *T* ou *M* de deux murs contigus, on mesure sur chacun une longueur raisonnable, comme *TX*, *YZ;* sur les prolongemens de l'autre une longueur aussi arbitraire *TV*, *Y&*, et ensuite les distances *VX*, *&Z;* en sorte que ces dimensions étant prises avec précision et cotées sur le papier, on a le brouillon de l'enceinte, et par conséquent les moyens d'en faire le plan exact.

Après avoir mesuré les côtés de la clôture, et aussi ce qui convient pour rapporter sur le papier les angles tels qu'ils sont sur le terrain, on mesure encore les parties de chacune des choses renfermées dans cette clôture, ayant toujours attention de les coter aussitôt sur le brouillon. Cela fait, on aura le croquis de ce qui dépend et tient à l'édifice.

Il est inutile d'en dire davantage sur ce sujet; un volume seroit insuffisant pour contenir toutes les figures variées en architecture champêtre, selon le goût de la personne qui imagine, ou selon la place que la chose doit occuper, et pour renfermer enfin tous les différens compartimens que l'on peut vouloir; d'autant mieux encore que les personnes préposées pour lever ces sortes de plans, et celles qui s'en amusent, sont ordinairement pourvues de connoissances, et ne manquent d'aucun moyen pour réussir dans tous les cas qui peuvent se rencontrer.

Comment on rapporte sur un papier le brouillon d'un édifice et celui des choses qui y tiennent, afin d'en former un plan exact.

(170.) Lorsqu'on a le brouillon d'un édifice, par conséquent la figure et les dimensions de toutes les parties qui le composent, celle des choses qui en dé-

pendent et qui y tiennent; que ce brouillon a été fait avec soin et intelligence, de manière qu'on n'y a rien omis des cotes nécessaires pour faire un plan bien exact, il est fort aisé de former ce plan; pour cela, il faut consulter le brouillon, y lier les unes après les autres les opérations qui ont été faites sur le terrain, et selon les cotes marquées sur le brouillon, les rapporter à mesure sur le papier, en exécutant avec la règle et le compas, ce qui a été fait avec le double mètre et le cordeau. Suivant ainsi pas-à-pas ce qui est indiqué par un brouillon, on détermine les points, la situation des lignes et l'ouverture des angles, de manière que l'on parvient à placer toutes ces choses les unes à l'égard des autres, comme elles le sont sur les lieux mêmes, et qu'enfin on a le plan exact d'un édifice et de ce qui y tient.

CHAPITRE II.

De la manière de tracer les projets sur le terrain.

Tracer un projet sur le terrain, c'est l'y marquer de grandeur naturelle, selon les proportions attribuées sur le plan qui le représente aux parties qui le composent.

(171.) Lorsqu'on veut tracer sur le terrain le projet d'un bâtiment ou d'une maison, et aussi celui de ses jardins, de ses potagers, de ses vergers, de ses bosquets, de son parc, etc., on commence d'abord par coter sur le plan, dont il s'agit, ses principales dimensions, ensuite celles de toutes les parties tant de l'édifice que de ce que l'on a dessein d'exécuter dans

dans ses environs, de la même manière qu'on les écriroit sur un brouillon qu'on lèveroit pour le rapporter après sur un papier. On a soin d'écrire aussi sur ce plan la longueur des diagonales, dont on prévoit avoir besoin pour tracer avec exactitude les plus grandes parties du projet, et séparément chacune des petites parties qui le composent; après cette préparation, on se transporte sur le terrain, où, si on a une direction déterminée, on s'y assujétit d'abord; ensuite étant muni d'un cordeau, d'un double mètre et de piquets, on trace toutes les autres lignes du projet, en leur donnant autant de longueur qu'on en voit de cotées sur le plan le long de leurs correspondantes; on termine ces différentes lignes par un piquet, et en même temps qu'on les trace, on fait usage des précautions qu'on a prises pour déterminer les angles qu'elles doivent former : ceci s'entendra mieux par les exemples suivans.

Manière de tracer sur le terrain le projet d'un édifice civil, et celui des choses qui appartiennent à l'architecture champêtre.

(172.) Supposons que le plan de l'édifice civil, représenté *figure* 53, est celui d'un projet que l'on veut exécuter sur le terrain; pour cet effet, on se sert ordinairement du double mètre et du cordeau.

Par exemple, le point *A* ou le point *B* étant déterminés sur le terrain (*fig.* 52) et aussi la situation de la ligne *AD* ou *BC*, on fait tendre le cordeau dans cette direction, et on fait ces lignes de la longueur cotée le long de leur correspondant *ad* ou *b c* (*fig.* 53), ensuite on détermine avec le cordeau et le double mètre (selon les cotes du projet) les points *B*, *C*, *D*, de

même que les points *G*, *H*, *I*, *K*, *L*, *M*, qui représentent ceux *b*, *c*, *d*, et *g*, *h*, *i*, *k*, *l*, *m*, du plan; ensuite on marque l'épaisseur des murs par des piquets que l'on plante à chacune des extrémités. Quand l'enceinte totale est ainsi marquée, on consulte le plan pour tracer, selon leur distance et leur épaisseur, les principaux murs de fondation qui forment les différentes pièces du bâtiment.

Quant au menu détail, comme portes, fenêtres, cheminées, perrons, escaliers, etc. qui ne prend naissance qu'au niveau du terrain, ou quelques pieds au-dessus, on le trace de même, lorsque les fondemens ont été élevés jusques-là; le menu détail des étages supérieurs se trace pareillement, lorsque les principaux murs sont à la hauteur qui convient.

A l'égard des jardins, des pièces d'eau, des bosquets, etc., le tracé s'en fait de la même manière, allant de détail en détail; pour cela, il ne s'agit que de l'assujétir à l'enceinte, comme le marque le projet, en suivant les cotes qu'on y a écrites, et ainsi on aura sur le terrain la figure exacte de tout ce qui est marqué sur ce plan.

Usage de la planchette pour tracer un projet sur le terrain.

(173.) Nous avons fait voir que la planchette est très-commode pour lever avec exactitude toute sorte de détails, excepté seulement celui des édifices civils. Montrons maintenant qu'elle a le même avantage, pour tracer des plans sur le terrain, et particulièrement ceux des fortifications durables, des passagères; ceux des grands jardins, des parcs, etc. qu'on voudroit faire exécuter.

Pour cet effet, on attache le plan du projet sur la planchette, et on se sert de cette instrument de la même manière que pour lever, avec cette différence seulement que c'est ce qui est sur le papier qu'il faut mettre de grandeur naturelle sur le terrain; pour réussir, il convient que le plan, dont il s'agit, soit pourvu des dimensions de toutes les parties qui le composent.

Manière de tracer sur le terrain un projet de fortification.

(174.) Imaginons qu'il est question de tracer sur le terrain le plan de la fortification, représentée *figure* 51.

La direction du côté extérieur *G*2 (*fig.* 50), et le point *G* étant déterminé sur le terrain, on établira la planchette à ce point *G* représentant son correspondant *g* (*fig.* 51); on fera convenir *g*2 sur *G*2, et on fixera la planchette; alors, dans la direction de *GD* et de *GI*, on fera mettre un piquet *D* et un piquet *I*, à la distance marquée sur le plan entre *g* et *d*, et entre *g* et *i*; on fera mettre un autre piquet 4 et un autre piquet 2 dans la direction de la ligne de défense *G*4, et du côté extérieur *G*2, à la distance où sont les points correspondans 4 et 2, à l'égard de l'angle saillant *G*. Cela fait:

On établira la planchette à l'angle d'épaule *I*, de manière que son correspondant *i* soit dans la même verticale, et que *IG* convienne parfaitement dans l'alignement de la face correspondante *ig*; ce qui étant fait, et la planchette rendue immobile, on fera planter dans la direction du flanc *K*, un piquet *K*

à la distance du point *I*, cotée sur le plan entre les extrémités du flanc correspondant *i k*.

On viendra établir la planchette à l'angle flanquant *K*, de façon que *K* et *k* soient directement l'un sur l'autre, et le flanc *IK* dans la situation du flanc correspondant *ik;* cela étant, le point 4 déjà marqué sur le terrain se trouvera dans la direction de la courtine *k* 4; il s'agira seulement de voir si cette courtine aura la longueur cotée sur le plan le long de sa correspondante *k* 4. On fera aussi mettre un piquet dans la direction de la ligne de défense *K*2 à l'endroit 3, marquée à la distance cotée entre *k* 3: dans cette direction doit se rencontrer l'extrémité 2 du côté extérieur *G*2, qui a déjà été marqué par un piquet. Cela étant, on fera mesurer la face comprise entre 3 et 2 du bastion, pour voir si elle est de la longueur écrite sur le plan, entre les extrémités 3 et 2 de sa correspondante 3 et 2; ce qui ne peut être autrement, si l'on a pris soin de bien accorder les points et les lignes du terrain avec leur correspondant sur le papier.

On viendra ensuite poser la planchette, comme il convient, à l'angle flanqué du bastion, afin de marquer de la manière qu'on vient de l'expliquer, l'extrémité 5 de la face comprise entre 2 et 5, de ce bastion plein.

Si on continue de la sorte, on aura avec la dernière précision, le tracé de tous les bastions de la fortification, et par conséquent la ligne magistrale de la forteresse projettée, à l'égard de laquelle toutes les parties intérieures du rempart sont faciles à tracer, la plupart étant parallèles à cette magistrale, elles

ne se marquent qu'à mesure qu'il convient de les former.

Nous ne dirons rien de la manière de tracer les pièces extérieures à l'enceinte et le chemin couvert, parce que cela est également aisé, et qu'on n'y peut rencontrer aucune difficulté.

Cette manière de tracer les projets est plus expéditive et plus précise que toute autre méthode; par son moyen, les perpendiculaires, les parallèles et les lignes obliques sur d'autres, se marquent plus exactement sur le terrain que de toute autre manière : les deux exemples que nous en allons encore donner suffiront pour la bien développer.

Manière de tracer sur le terrain un projet de jardin.

(175.) Supposons qu'on veuille tracer sur le terrain, le projet de jardin représenté *fig.* 53.

On marquera d'abord sur le terrain (*fig.* 52) le point III à autant de mesures réelles de la face *GM* de l'édifice, qu'il y en a sur le plan entre le point 2 et le point 3 (*fig.* 53), ayant par avance déterminé le point II à la distance du point *G*, cotée entre les points correspondans *g* et 2; ensuite on placera un repère IV à autant de distance du point I, qu'il y en a sur le projet entre le point 1 et le point 4. Cela fait:

On établira la planchette au point III, de manière que son correspondant 3 soit dans la même verticale, et que la ligne 3 et 4 soit dans la direction de la ligne III et IV qui la représente; ce qui se fait, comme on le conçoit, en se servant de l'allidade, dont on approche la règle le long de la ligne que l'on accorde avec celle du terrain, et au bout de laquelle on pose pour

l'ordinaire des aiguilles bien fines pour assujettir cette règle, et empêcher qu'elle se dérange. Cet accord ayant lieu, on fixera la planchette; et, suivant l'alignement 9 et 15, on tracera celui qui lui doit correspondre sur le terrain, en faisant mettre des piquets à autant de mesures réelles qu'il y en a, selon les cotes du plan, entre le point 3 et le point 6, entre le point 6 et le point 7, entre le point 7 et le point 8, entre le point 8 et le point 9; et d'autre côté entre 3 et 11, entre 11 et 12, entre 12 et 13, entre 13 et 14, et entre 14 et 15; ensorte qu'on aura sur le terrain les points VI, VII, VIII, IX et XI, XII, XIII, XIV, XV, qui correspondront à ceux du plan.

Du point III encore, et dans l'alignement des lignes 3, 10; 3, 16; et 3, 5, on fera planter des piquets X, XVI, V à la distance marquée sur le plan 3 et de chacun des points 10, 16, 5.

On viendra, si l'on veut, établir la planchette au point XIV, de manière que ce point soit dans la verticale de son correspondant 14, et que l'alignement 14, 9, soit précisément dans la direction de l'alignement XIV, IX qu'on vient de tracer. Cela étant ainsi, et la planchette ne pouvant varier, on fera planter sur le terrain les piquets XVII, XVIII, XIX, à autant de distance l'un de l'autre qu'il y en a entre leurs correspondans 17, 18, 19. Cette opération étant faite:

On viendra, par exemple, encore établir la planchette de la même manière au point XVII. De ce point, et selon l'alignement 17, 26 du plan, on fera planter sur le terrain les piquets XX, XXI, XXII, XXIII, XXIV, XXV, XXVI, à autant de distance les uns des autres qu'il y en a sur le projet entre les points correspondans 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26 : de ce

point XVII, on déterminera pareillement, si on le veut, les points XXIX, XXVII, XXVIII, XXX, qui représenteront les points 29, 27, 28, 30.

Si on continue d'opérer de la sorte aux points de station que l'on choisira, on parviendra à tracer entièrement sur le terrain le plan du jardin supposé, en faisant usage d'une chaîne ou d'un cordeau, pour y tracer aussi (des centres déterminés) les cercles ou les portions de cercle que l'on voit sur ce plan.

Manière de tracer les routes dans les forêts.

(176.) On éprouve quelquefois des difficultés à tracer dans les forêts des routes qui aboutissent précisément à des points déterminés; les trouées que l'on fait pour cet effet laissent souvent à droite ou à gauche l'objet où l'on veut qu'elles arrivent; d'où il résulte que le bois qu'on a la précaution d'abattre pour parvenir droit au but, fait une perte et une chose désagréable à voir.

Un moyen sûr pour diriger ces routes directement d'un lieu à un autre, c'est de se servir pour cela de la planchette.

Pour réussir dans ces sortes d'entreprises, il faut ou avoir un plan bien exact de la forêt, ou prendre le parti de le lever avec la précision qu'on y peut apporter; sur ce plan, on marquera les routes que l'on se propose de percer dans la forêt, et on l'attachera ensuite sur la planchette que l'on établira après au lieu où doit commencer la route projetée, en faisant bien accorder les lignes du plan avec celles du terrain qu'elles représenteront. Alors, en se servant de l'allidade, dont la règle sera mise avec beaucoup de soin le long de la route marquée sur le plan de la

forêt, on fera planter des piquets dans la direction de cette route, et la trouée que l'on fera faire à mesure, arrivera précisément à son terme, si le plan a été levé avec exactitude.

Par exemple, imaginons que l'on a projeté sur le plan de la forêt (représenté (*fig.* 60) la route *ab* que l'on veut percer dans la forêt. Si le point *A* (*fig.* 59) d'où elle doit partir n'est pas déterminé, on verra sur le plan à quelle distance son correspondant *a* se trouve de *c* ou de *d*, afin de le placer à pareil éloignement de *C* ou de *D*. Alors à ce point *A*, on arrangera la planchette immuablement, de manière que les points correspondans *A*, *a* soient dans la même verticale, et que les lignes *ac*, *ad* soient précisément dans l'alignement de celles du terrain *AC*, *AD*. Cela étant, on ajustera avec beaucoup de soin la règle de l'allidade le long de la route projetée *ab*, pour s'en servir à bien conduire sa trouée, que l'on commencera dans cette direction; à mesure qu'elle avancera, on y plantera des piquets, que l'on fera tailler en pointe par le haut, afin de les mieux aligner; ils représenteront une ligne qui semblera être vraiment tracée sur le terrain, et qui aboutira exactement au point *B*, fut-il dans un fond, comme on le suppose ici, où on ne peut l'appercevoir que lorsqu'on en est près.

Indication des meilleures Cartes générales dont la connoissance peut être utile à un Militaire.

Géographie générale.

Hémisphères oriental et occidental de l'ancien et du nouveau Monde; par d'Anville. 1761. 2 feuilles.

Hémisphères supérieur et inférieur de la Mappemonde projetée sur l'horizon de Paris; par le P. Chrysologue de Gy. 1774. 2 feuilles.

Carte du Monde, sur la projection de Mercator, montrant toutes les nouvelles découvertes jusqu'au temps présent, sur laquelle on a tracé les routes des plus célèbres navigateurs depuis l'année 1700; dressée d'après les meilleurs mémoires, cartes, voyages existans; assujettie aux observations astronomiques faites dans les trois voyages du capitaine Cook; par Arrowsmith. Londres, 1790. 6 feuilles.

Hémisphères oriental et occidental, dressés d'après les relations les plus récentes, sur la seconde édition de la Mappemonde d'Arrowsmith; par Schneider. 1805.

Carte de l'Océan pacifique, par Arrowsmith. 1798. 9 feuilles.

Carte des îles des Indes orientales, représentant les différens passages entre les Océans pacifique et indien; par Arrowsmith. 1800.

Carte de la Mer-Rouge, par Rosily; au Dépôt de la Marine.

Carte réduite de la mer du Nord, depuis le Pas-de-Calais jusqu'en Norwège et îles Schetland. 1807.

Carte du golphe de Finlande, par Faden. 1785.

Carte de la mer Baltique, de Faerder à Kiel, et de Ekernford à Carlscrona; par Kisbenharns. 1773.

Europe.

Carte de l'Europe, divisée en trois parties; par d'Anville. 1754.

Carte de l'Europe, d'après les observations astronomiques par Arrowsmith. 1798.

France.

Carte de la France, par Cassini. 180 feuilles.

Carte de la Belgique, par Ferraris. 25 feuilles.

Carte de la France, réduite d'après la carte de Cassini; par Capitaine. 24 feuilles.

Carte de France, par Belleyme; 4 feuilles.

Carte minéralogique de la France, où sont marqués les différens terrains principaux qui partagent cet état, et les substances particulières qu'ils renferment; dressée sur les observations de Gueltard; par Dupain Triel. 1784.

Carte des chaînes des montagnes de la France, de ses principales rivières, et des principaux canaux de navigation faits ou à faire; par Gauthey. 1782.

Carte générale de la navigation intérieure de la France, tant naturelle qu'artificielle, ou cours de toutes les rivières et des canaux exécutés et projetés à l'usage du commerce; par Dupain Triel. 1791. 2 feuilles.

Carte du canal du Languedoc, levée par ordre des Etats de cette province; par Garipay. 1774. 22 feuilles.

Carte générale des monts Pyrénées, et parties des royaumes de France et d'Espagne; par Roussel et Lablottière. 1730. 8 feuilles.

Carte militaire des environs de Strasbourg et du siège de Kehl dans la dernière guerre.

Iles Britanniques.

Atlas maritime des îles Britanniques, contenant les côtes Ouest de la Grande-Bretagne et celles de l'Irlande, en 2 volumes; publié à Londres, par Murdoch et Mackensie aîné, en 1775. 60 numéros.

Nouvelle carte des îles Britanniques, d'après les derniers arpentages, avec les routes des postes et celles qui sont le plus fréquentées; par Harris. 1799. 4 feuilles.

Carte d'Angleterre et d'une partie de l'Ecosse, gravée par Hollard, par ordre de Cromwel, pour l'usage de ses armées; connue sous le nom de carte des Quartiers-Maîtres. Londres.

Carte de l'Angleterre et du pays de Galles, par Larochette et Kitchin. 15 feuilles.

Carte physique, historique et politique de l'Angleterre et de la province de Galles; par Andrews. 9 feuilles.

Carte d'Angleterre et de la province de Galles, par Carry; 81 petites feuilles qui se réunissent.

Carte générale des îles de Jersey, Guernesey, Aurigny et Cers; par Beaurin. Le même a donné une carte topographique de chacune de ces îles.

Carte générale de l'Ecosse et îles environnantes, sur les dernières descriptions, divisée en comtés, avec les forts récemment élevés, les routes de communications militaires, etc.; les lieux où se sont données les batailles les plus mémorables, les camps des Romains et des Danois, les manoirs de la noblesse, etc.; par J. Dorret. 4 feuilles.

Nouvelle carte hydrographique de la côte septentrionale et de la côte occidentale de l'Ecosse, depuis l'île Tory jusqu'au cap Warth; publiée par Sayer. 3 feuilles.

Carte de l'Irlande, divisée en provinces, comtés et baronies, corrigée et augmentée sur les observations actuelles, avec les routes principales et les distances entre les villes; par H. Pratt. 6 feuilles.

Scandinavie ou couronnes du Nord.

Carte de la Scandinavie ou couronnes du Nord; par G. Delisle. 2 feuilles.

Carte du royaume de Danemarck et du duché de Holstein; par W. Faden. 1790.

Monarchie danoise. 14 feuilles.

Carte de la partie méridionale et septentrionale de Fionie, avec la partie adjacente du duché de Sleswick, et les îles Jutland, Langeland, Taasingue, Aroe, Als, etc.; par Skanke. 2 feuilles.

Cartes des îles de Séélande et de Moen, avec une partie des côtes de Scanie et des îles de Faalster, Laaland, assujettie aux opérations trigonométriques et astronomiques; par Wessel. 1772. 4 feuilles.

Carte de la Jutlande, gravée par Warberg et de Harboe; de 1789 à 1797. 5 feuilles.

Carte de l'Islande, par Bruhl. 1 feuille.

Atlas de Suède, avec la carte générale; 29 feuilles sur différentes échelles; par Buirman, Marelius, etc.

Suite de l'atlas de Suède, contenant 15 feuilles sur la Finlande, la Laponie suédoise, et quelques provinces au Nord et Nord-Ouest de Stockholm; par Hermelin.

Russie.

Carte générale de l'empire de Russie, par Schrembl. 1792. 3 feuilles.

Carte de la Russie européenne, par Reymann. 1799. 9 *feuilles*.

Ingrie et Carélie, avec les environs de Pétersbourg; par Schmidt et Trescott. 6 feuilles.

Carte de la Livonie, divisée en huit cercles, et une carte générale; par Friebe. 1799. 9 feuilles.

Pays-Bas.

Carte des Pays-Bas autrichiens, avec partie de la Hollande, réduite d'après celle de Friex; par Covens et Mortier. 24 feuilles.

Carte chorographique des Pays-Bas autrichiens; par Ferraris. 1777. 25 feuilles.

Carte de la principauté de Liège et du comté de Namur, tirée des observations faites sur les lieux, avec un plan de la ville de Liège; par Maire. 4 feuilles.

Plan de la bataille de Jemmape; par Gerbert. 1792. 1 feuille.

Plan topographique de la forêt de Soignies, dans le Hainaut; par Cogeur. 1778. 1 feuille.

Carte topographique de Spa et de toutes les fontaines minérales, des montagnes, chemins, avec des observations sur les dimensions, les hauteurs, etc.; par Collin. 1787. 1 feuille.

Carte des provinces de Hollande et d'Utrecht; par Wiebeking. 8 feuilles.

Carte des digues et inondations dans la Hollande septentrionale (*carte hollandoise*); par J. Dow. 16 feuilles.

Atlas de la Frise, divisée en quartiers d'Oostergoo, Westergoo et Zevenvolde; par Steringa et Halma. 1718. 30 feuilles.

Carte de la province de Groningue, par Beckering. 1 feuille.

Carte des départemens de l'Amstel, de la Meuse et d'Utrecht; par Krayenhoff. Il en a paru trois feuilles grand monde.

Carte de la province d'Utrecht, par Bernard du Roi. 17 feuilles.

Carte des îles de Zélande, levée géométriquement, par ordre du Stathouder; par Hattingue et ses deux fils, ingénieurs des Etats-Généraux, et publiée par Tyrion. 1 feuille.

Nouvelle carte de l'île de Walcheren, par Ottens. 1 feuille.

Reconnoissance de l'embouchure de l'Escaut occidental. 3 feuilles. Au dépôt de la marine.

Nouvelle carte des îles septentrionales et méridionales de Béveland, de Wolsferdick, et des environs de Tolen et de Berg-op-Zoom; par Ottens. 2 feuilles.

Carte de l'île de Gorée ou Worn, par Stemmers. 1 feuille.

ALLEMAGNE.

Atlas de l'Allemagne, composé suivant les plus nouvelles observations, et dessiné d'après les meilleures cartes géographiques des cabinets; par J. G. A. Jœger. 1789. 81 feuilles.

Carte d'Allemagne, avec la carte générale et un supplément pour les Pays-Bas; par Chauchard. 9 feuilles.

Nouvelle carte de l'Allemagne, par Henrichs. 1806. 30 feuilles.

Carte des postes d'Allemagne, par Heyman. 1808. 4 feuilles.

Atlas du théâtre de la guerre en Allemagne, par Julien. 1758. 72 feuilles.

Théâtre de la guerre en Allemagne septentrionale, connue sous le nom de campagne du prince Ferdinand de Brunswick; par Bawr. 20 feuilles.

Plans des batailles et combats de la guerre de 1756—1763. Dresde. 10 feuilles.

Carte topographique du cercle de Westphalie, par le Coq. 22 feuilles.

Carte topographique du duché de Berg, par Wiebeking. 1789. 4 feuilles.

Carte topographique du duché d'Oldenbourg, par Vessel. 1803. 1 feuille.

Carte de la principauté d'Halberstadt, par Trever et Oesfeld. 1788. 1 feuille.

Carte du Hartz, par Fritsch. 1804. 1 feuille.

Carte du duché de Magdebourg, par Soztmann. 1800. 1 feuille.

Nouvelle carte géométrique du duché de Brême et de Verden, avec les comtés de Hoya, Diepholz, Delmenhorst; par l'Académie de Berlin. 1767. 2 feuilles.

Etats de la maison de Brunswick, par Güssefeld. 1786. 2 feuilles.

Carte topographique, économique et militaire du duché de Mecklenbourg-Schwerin; par Schmettau. 1788. 16 feuilles.

Carte chorographique et militaire du duché de Mecklenbourg-Strelitz; par Schmettau. 1780. 9 feuilles.

Carte de l'électorat de Brandebourg. 16 feuilles.

Carte topographique des environs de Berlin, Potzdam et Spandaw; par Zlockhoff. 1780. 1 feuille.

Théâtre de la guerre dans la Poméranie citérieure, par l'Académie de Berlin. 4 feuilles.

Poméranie, par Sotzmann. 6 feuilles.

Carte géographique des Etats de la maison électorale de Saxe, levée pendant la guerre de 1759 à 1763; par Petry. 1768. 15 feuilles.

Carte chorographique et militaire de la partie de la Saxe et de la Bohême, par où les armées combinées de Prusse et de Saxe sont entrées en Bohême aux ordres du Prince Henry de Prusse en 1778; publiée par Hemmert en 1780, gravée par Trentz. 20 feuilles.

Haut et Bas-Rhin.

Carte du pays de Hesse-Darmstadt, compris le Rhin, le Mayn et le Necker; avec l'Odenwald, le pays entre le Rhin et la Selz, et une partie de celui situé entre la Lahn et le Mayn; par Haas. Cette carte est topographique et à grande échelle. 18 feuilles. Il en a déjà paru 17.

Hundsruck (reconnoissance militaire du), et dans le pays entre Rhin et Moselle; par le Gén. Hardi. An 6. 6 feuilles.

FRANCONIE.

Cercle de Franconie, par Hammer. 1805.

Carte géographique de la guerre en Franconie, qui s'étend de Zwickau à Würtzbourg, ou expédition du prince Henry en Franconie en 1759, avec les plans des différents camps qu'il a occupés; par Petry. 8 feuilles.

Carte de la principauté de Bamberg, par Noppelt. 1801.

Carte de la principauté de Würtzbourg, par Fackenhofen. 4 feuilles.

SOUABE.

Carte de la Souabe, levée trigonométriquement; par Bohnenberger. Il en a paru 31 numéros sur 50.

Plan du siège de Kehl, levé sur le terrain après le passage du Rhin du 12 floréal an 5, et la reprise de Kehl; et publié par l'état-major général de l'armée du Rhin et Moselle, avec explication. 1 feuille.

BAVIÈRE.

Chorographie de la Bavière, par Appian. 24 feuilles.

Carte du Tyrol, par Annich et Hubert. 21 feuilles.

La même, réduite en 9 feuilles. Au dépôt de la guerre.

AUTRICHE.

Nouvelle carte de l'archi-duché d'Autriche, en deça et en delà de l'Ens, avec les grandes routes; par Schmidt. 1800. 1 feuille.

Carte géométrique de la Haute-Autriche, levée par ordre du gouvernement. 12 feuilles.

Atlas de l'Autriche intérieure, par Kindermann. 12 feuilles.

Carte topographique de la ville de Vienne et de ses environs, ou supplément à la carte hydrographique des Etats d'Autriche, avec le développement de la rivière de Vienne, considérée comme l'embouchure commune de toutes les routes d'eau de la monarchie; par F. J. Maire. 1788. 4 feuilles.

Carte géographique du royaume de Bohême, avec le comté de Glatz et le district d'Egra, d'après la dimension géométrique de tout le royaume; par Ch. Müller. 1720. 25 feuilles.

Carte du royaume de Bohême, par Schmoll. 1809. 4 feuilles.

Carte topographique et militaire d'une partie de la Bohême et de la Silésie, avec les campemens de la campagne de 1778, et un supplément en 2 feuilles du cours de l'Iser; par Schmettau. 1789.

Atlas de la Silésie, par Homann.

Atlas de la Moravie, par Muller. 8 feuilles.

Carte de la Moravie. 1810. 4 feuilles.

Carte de la Hongrie, par Lipski. 1806. 12 feuilles.

Le Rhin, le Necker et la Moselle.

Cours du Rhin, de Bâle à son embouchure; par Poirson. 1793. 2 feuilles.

Théâtre de la guerre entre les François et les Allemands sur la Moselle et le Rhin, dans la guerre de la révolution; par Rheinwald et Dewarat. Cet ouvrage n'est pas fini; il ne contient encore que cinq feuilles, à une ligne pour cent toises.

Carte de la Suisse, par Weiss. An 8. 16 feuilles.

La même, réduite à une feuille.

Pologne.

Carte de la Pologne, par Rizzi Zannoni. 1772. 24 feuilles.

La même, par Sotzmann. 16 feuilles.

Carte de la Pologne, de la Lithuanie et de la Courlande; 4 feuilles. La première donne la Pologne telle qu'elle étoit avant 1775; la seconde donne le partage de 1775; la troisième celui de 1793; la quatrième celui de 1796.

Carte des royaumes de Gallicie et de Lodomerie, par Liesganig. 42 numéros.

Atlas des mêmes, par Lozy de Lozenau. 12 feuilles.

Atlas de la Gallicie orientale et occidentale. 7 feuilles.

Prusse.

Carte du royaume de Prusse, par Gussefeld. 1775. 2 feuilles.

Prusse orientale (carte particulière de la nouvelle), par Texten et Sotzmann. 17 feuilles.

Prusse méridionale, par Gilly. 13 feuilles.

Carte de la Prusse orientale et occidentale, par Schrœter. 25 feuilles.

TURQUIE, MOLDAVIE, etc.

Carte de la partie septentrionale de l'empire Ottoman, par Rizzi Zannoni. 1774. 3 feuilles.

Carte de la Turquie européenne, par Arrowsmith. 1801. 2 feuilles.

Carte du théâtre de la guerre entre les Turcs, les Russes et les Polonois; par Dury. 4 feuilles.

Carte de la Moldavie, par Bawr. 6 feuilles.

Carte nouvelle de la Dalmatie, par Capellaris. 1806.

Carte des environs de la Mer-Noire, où se trouve l'Ukraine, la petite Tartarie, la Circassie, la Georgie, et les confins de la Russie européenne et de la Turquie; par Robert de Vaugondi. 1769. 3 feuilles.

Carte de la Crimée, par Kinsbergen. 1787. 4 feuilles.

ITALIE.

Théâtre de la guerre en Italie, par Bacler d'Albe. Première partie. 30 feuilles.

— Deuxième partie, 24 feuilles.

Carte de l'Italie, par Rizzi Zannoni. 1802. 2 feuilles.

Carte des Etats de la Savoie, tant en-deçà qu'au-delà des monts, par Borgomio, y compris la description: corrigée en 1772. 25 feuilles.

Carte topographique des Etats de la république de Gênes, d'après Chasrion, avec des augmentations et des corrections par Dury. 9 feuilles.

Carte de la Lombardie, par d'Anville. 16 feuilles.

Etat de la république de Venise, avec l'Istrie et la Dalmatie vénitienne, en 1776, 1777 et 1780, avec la carte générale. 13 feuilles.

Royaume d'Etrurie. 1806. 6 feuilles.

Nouvelle carte géographique de l'Etat de l'Eglise, sur les observations du P. Boscowich; par Maire et Boscovich. 3 feuill.

Carte géographique du royaume de Naples, par Rizzi Zannoni. 1769. 4 feuilles.

Carte de l'île de la Sicile, tirée des matériaux autrichiens; par Schmettau. 1721. 4 feuilles.

Carte générale des îles de Malte et du Goze, dressée sur les mémoires des grands officiers de l'ordre; par Palmeus. 1752. 2 feuilles.

Espagne.

L'Espagne suivant l'étendue de tous ses royaumes, compris sous les couronnes de Castille, d'Arragon et du Portugal; par Jaillot. 1776. 4 feuilles.

Atlas d'Espagne, par Lopez, commencé en 1757. Il en a paru feuilles.

Portugal.

Carte générale du royaume de Portugal, avec ses provinces; par Th. Lopez. 1778. 8 feuilles.

Asie.

Carte générale de l'Asie, par d'Anville. 6 feuilles.

Atlas de la Chine, par le même. 15 feuilles.

Afrique.

Afrique, par d'Anville. 1769. 4 feuilles.

Carte d'Afrique où se trouvent l'Arabie, la Méditerranée, etc. d'après les observations des voyageurs qui ont pénétré le plus avant dans l'intérieur de cette partie du monde; par Wilkinson. 1800. 4 feuilles.

Amérique.

Amérique septentrionale et méridionale, par d'Anville. 7 feuilles.

Amérique septentrionale et méridionale, par Bowles et Carver. 1800. 4 feuilles.

Carte des possessions britanniques dans l'Amérique septentrionale, avec les établissemens françois et espagnols adjacents, et de très-petits plans des différentes villes et ports; par Popple. 1733. 20 feuilles.

Carte des Etats-Unis de l'Amérique septentrionale. 1796. 4 feuilles.

Amérique méridionale, par la Crux. 8 feuilles.

ANTILLES.

Cartes des îles Antilles et du golphe du Mexique, avec la majeure partie de la Nouvelle-Espagne; par Bonne. 1780. 3 feuilles.

Carte nouvelle de l'île de St. Domingue. 1802.

Carte de la Jamaïque, levée sous la direction de H. Moore, par Th. Craskel et Jacq. Simpson. 1756—1760. 4 feuilles.

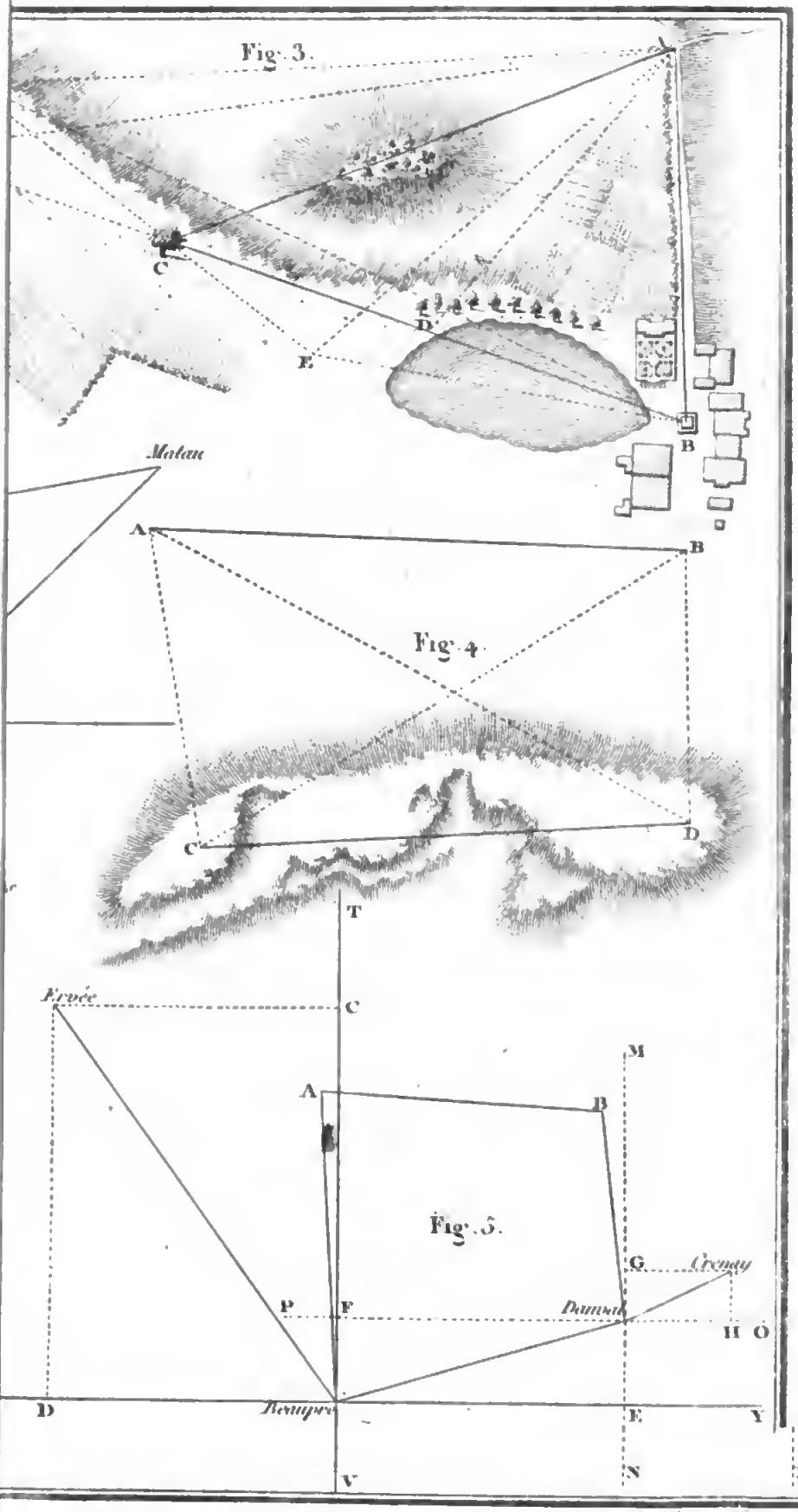
FIN.

607291

ERRATA.

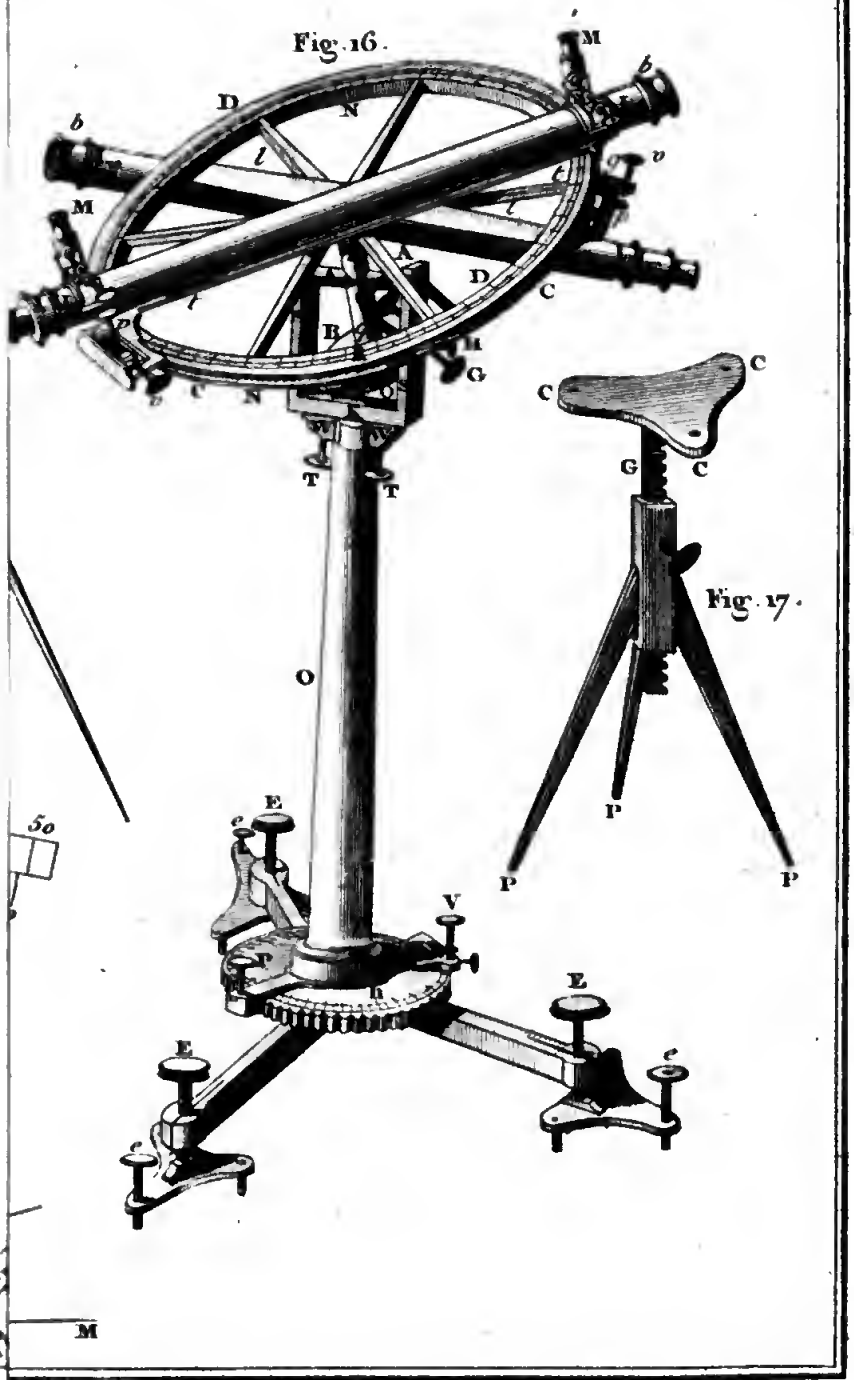
Page 9, ligne 11, 43″351, *lisez* 43,″251.
Ibid. —— 14, 43″378, —— 43,″378.
74, —— 14, l'instrument bien cintré, *lisez* l'instrument bien centré.
81, —— 19, —— (1) *lisez* (*).
105, —— 5, —— (1) —— (*).
121, —— 13, comme la première observation, *lisez* comme on a fait la première observation.
290, —— 1, mis une marque quelconque, *lisez* mis un signal quelconque.

Digitized by Google



Gravé par Gail

BIBLIOTECA NAZIONALE VITTORIO EMANUELE III
NAPOLI



Gravé par Gaitte.

Digitized by Google

Fig. 25

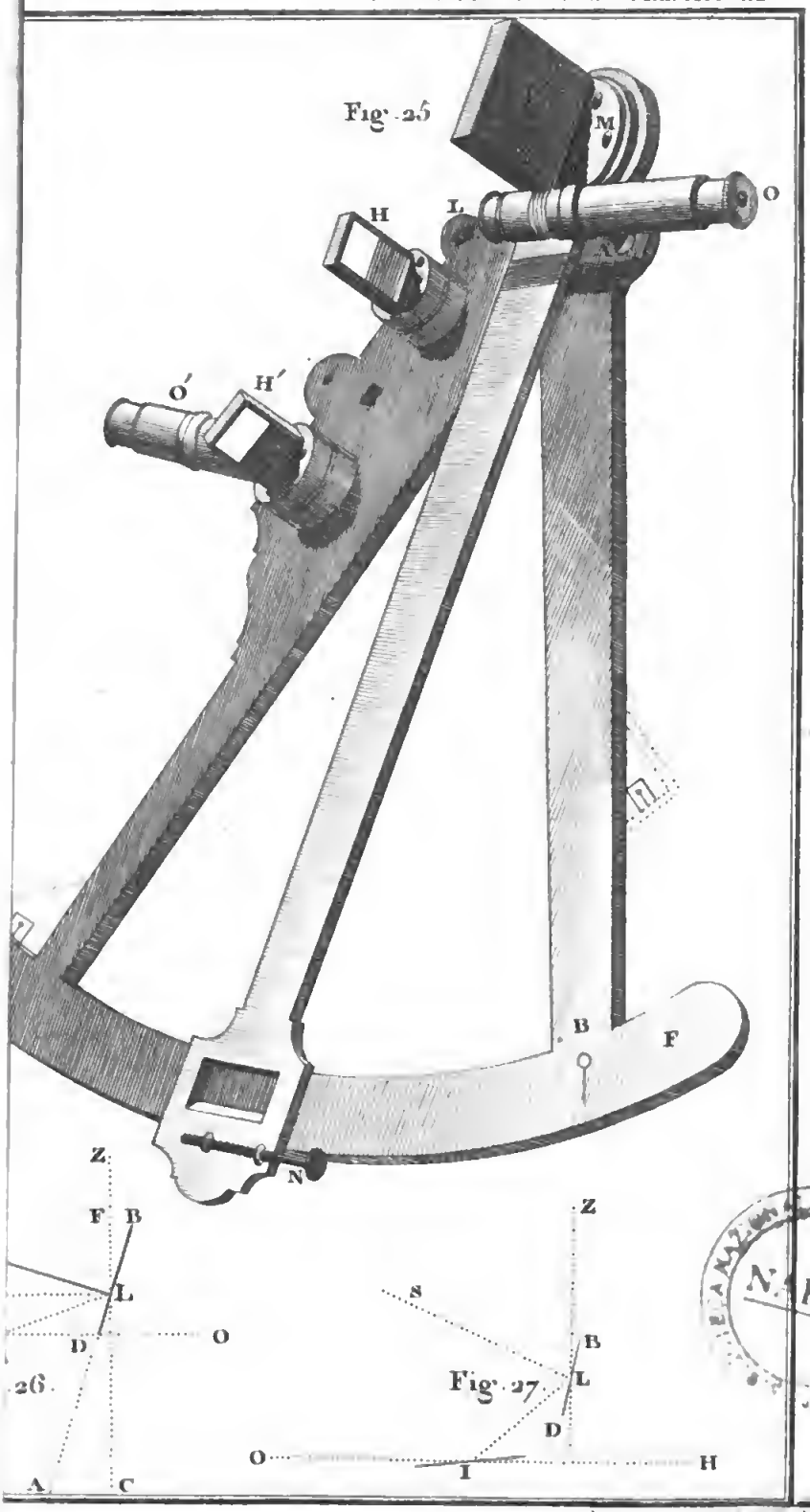


Fig. 27

N. POLI

Gravé par Gatte *Gravé par*

Digitized by Google

Fig. 33.

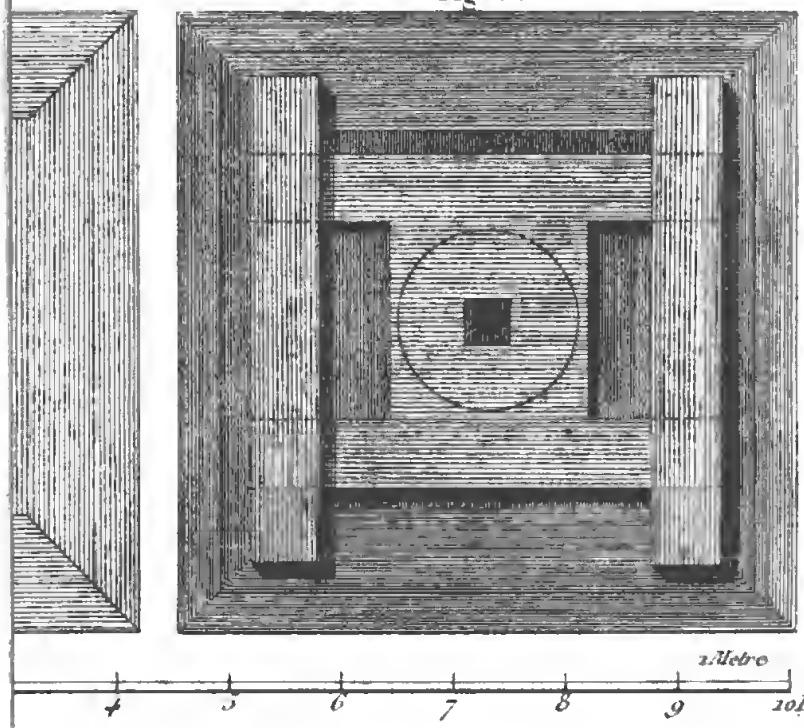
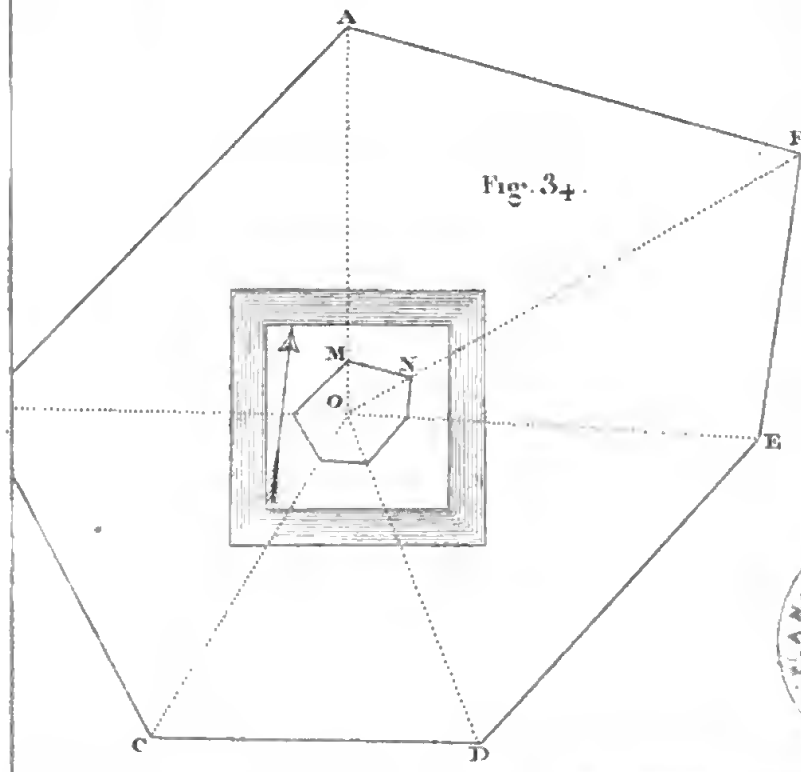


Fig. 34.



BIBLIOTHÈQUE NAPOLÉON

Gravé par Gaitte.

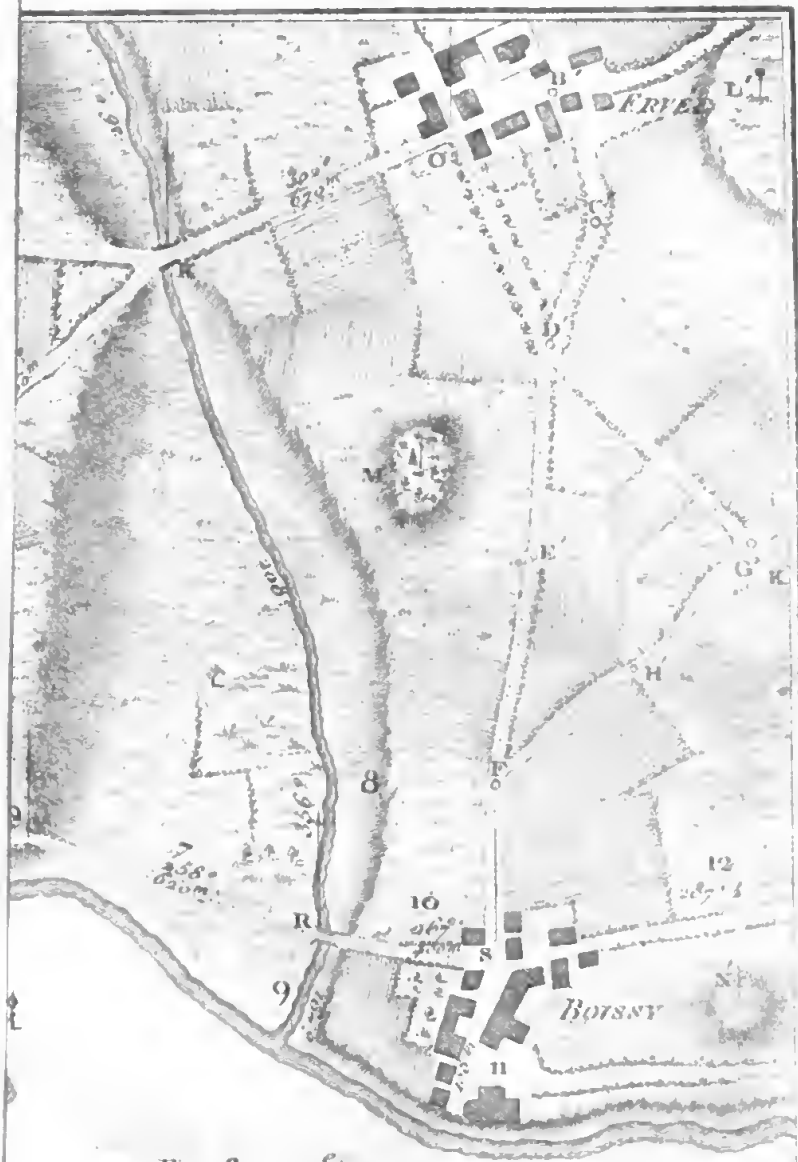


Fig. 39.

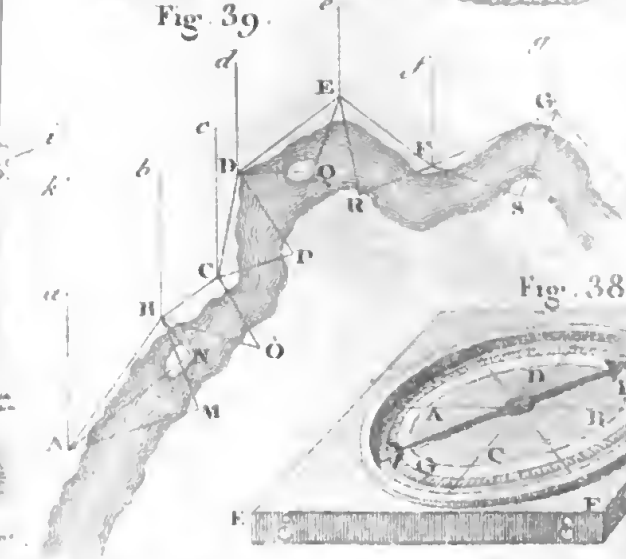
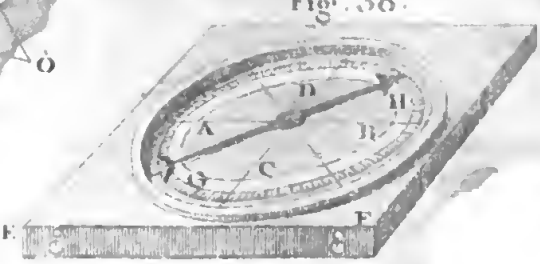
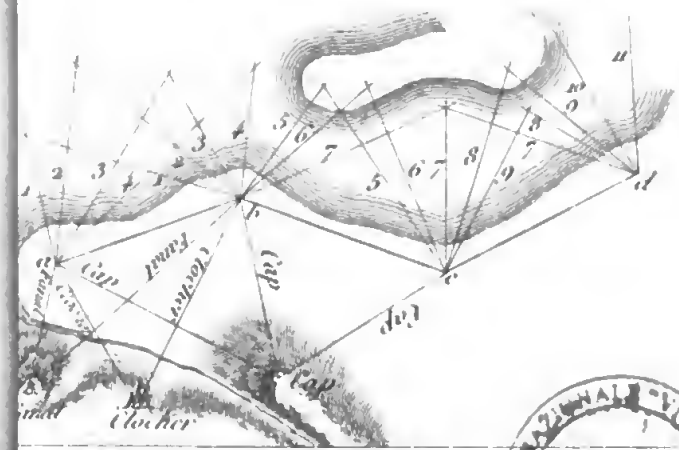


Fig. 38.



Digitized by Google

Fig. 41.



NAPOLI

Gravée par Gaulle

Digitized by Google

Fig. 43.

Fig. 46.

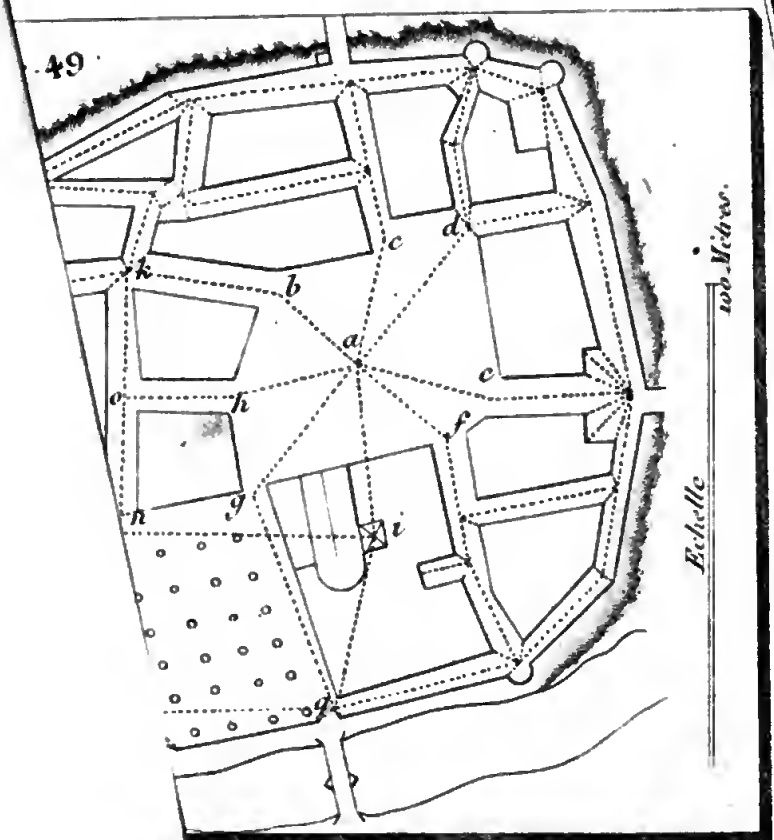
Fig. 47.

300 Mètres.

Gravé par Gault

BIBLIOTECA NAZIONALE VITTORIO EMANUELE III
NAPOLI

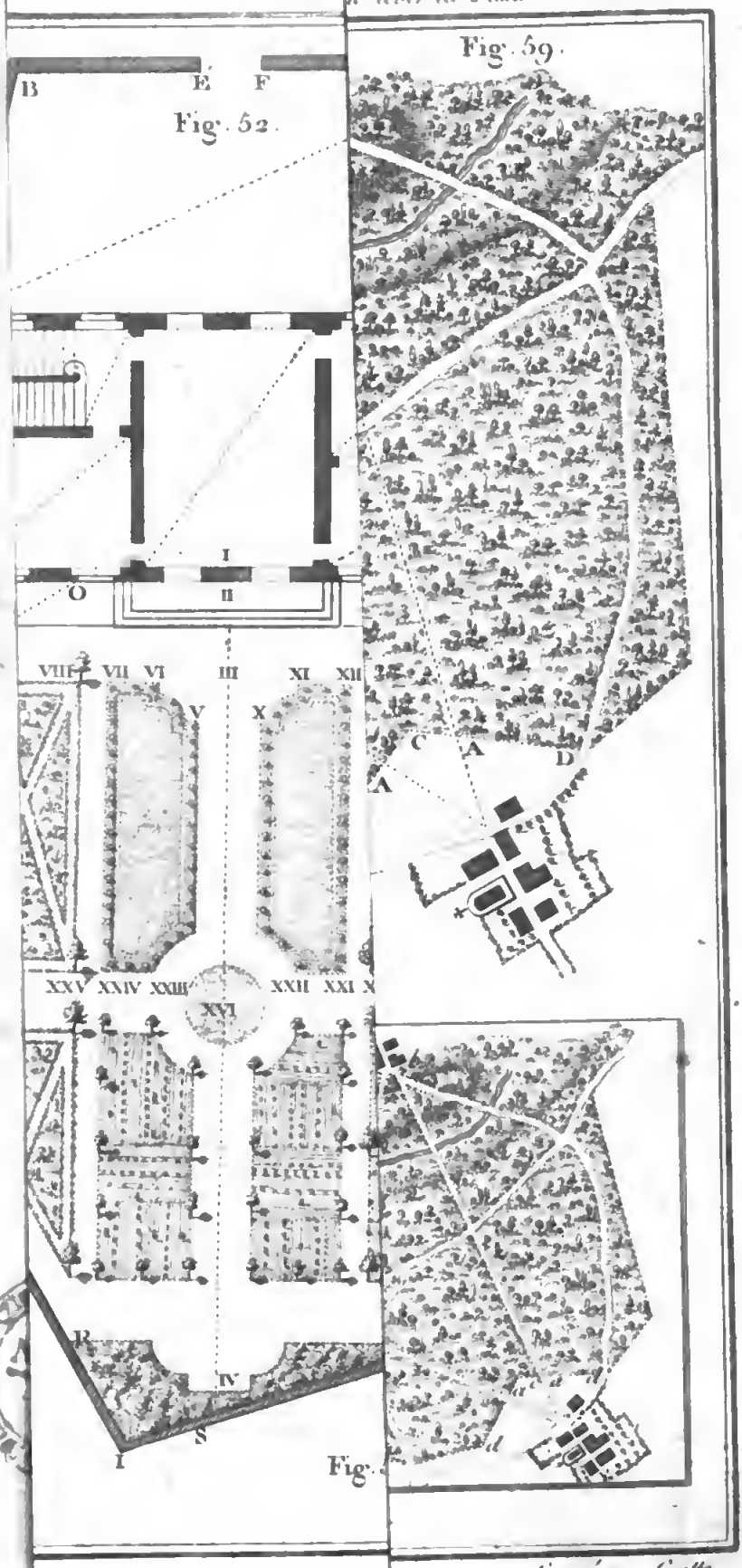
Digitized by Google



BIBLIOTECA NAZIONALE NAPOLI

Gravé par Gaillé

Digitized by Google



Gravé par Gaulle.

Digitized by Google

Digitized by Google